



TUGAS AKHIR - SS141501

PENERAPAN PETA P MULTIATRIBUT PADA PENGONTROLAN PROSES ROLLING *PLATE* BAJA DI PT. GUNAWAN DIANJAYA STEEL Tbk

Hendy Dwi Cahyanto
NRP 1314 105 027

Dosen Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti MT
Diaz Fitra Aksioma M.Si.

PROGRAM STUDI S1
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016



FINAL PROJECT - SS141501

APPLICATION P MULTIATRIBUT MAP ON CONTROL ROLLING PROCESS STEEL PLATE IN PT GUNAWAN DIANJAYA STEEL Tbk

Hendy Dwi Cahyanto
NRP 1314 105 027

Supervisor
Dra. Lucia Aridinanti MT
Diaz Fitra Aksioma M.Si.

UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016

PENERAPAN PETA P MULTIATRIBUT PADA PENGONTROLAN PROSES *ROLLING PLATE* BAJA DI PT.GUNAWAN DIANJAYA STEEL Tbk

Nama Mahasiswa : Hendy Dwi Cahyanto
NRP : 1314 105 027
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Lucia Aridinanti, MT
Co Pembimbing : Diaz Fitra Aksioma, M.Si

Abstrak

PT. Gunawan Dianjaya Steel Tbk (GDS) memproduksi plate baja secara rutin, dengan karakteristik berbeda-beda sesuai pemesanan konsumen. Dalam penelitian ini, dikhususkan plate baja di PT.GDS berukuran tebal 12 mm, lebar 2500 mm, dan panjang 13000 mm. Pengendalian pada tahap proses rolling, karena merupakan proses inti pembentukan slab baja menjadi plate baja. Jika tahap rolling terjadi kesalahan maka menghasilkan plate baja yang cacat disebut reject (plate tidak sesuai standart pemesanan). Permasalahan pada proses yang tidak optimal mengakibatkan cacat plate (cacat bisa lebih dari 1 jenis cacat dalam plate baja). Data yang digunakan adalah data sekunder tentang karakteristik atribut periode Desember 2015 dan Januari 2016 terdapat 6 jenis cacat sebagai variabel. Pengendalian kualitas dilakukan pada proses rolling menggunakan peta kendali p multivariat. Bertujuan untuk mengevaluasi proses produksi tahap rolling. Dari hasil evaluasi pada tahap proses rolling Desember 2015 dan Januari 2016 untuk proporsi cacat berbeda, pada peta kendali memberikan hasil bahwa kedua bulan tersebut proses belum terkendali. Jenis cacat yang dominan bulan Desember 2015 hampir semua jenis cacat proporsinya sama, akan tetapi Januari 2016 cacat yang mendominasi adalah chamber dan scale. Diketahui faktor-faktor penyebab cacat diantaranya yaitu kinerja mesin, bahan baku dan faktor manusia (lelah).

Kata kunci : Atribut, Peta p multivariat, Plate Baja, Tahap Proses Rolling.

**APPLICATION P MULTIATRIBUT MAP
ON CONTROL ROLLING PROCESS STEEL PLATE
IN PT GUNAWAN DIANJAYA STEEL Tbk**

Name of Student	: Hendy Dwi Cahyanto
NRP	: 1314 105 027
Department	: Statistics
Supervisor	: Dra. Lucia Aridinanti MT
Co-Supervisor	: Diaz Fitra Aksioma M.Si

Abstract

PT. Dianjaya Gunawan Steel Tbk (GDS) produces steel plate regularly, with different characteristics according to customer orders. This study, devoted in PT.GDS sized steel plate thickness 12 mm, width 2500 mm, and length of 13000 mm. Rolling process control at this stage, because it is the core of formation process the slab into a steel plate. If error occurs, rolling stage produces a steel plate flawed called reject (not according to standard booking). Problems in the process isn't optimal results in defective plate (defect can be more than one type of defect in the steel plate). The data used is secondary data about the characteristics of the attributes period December 2015 and January 2016 there are 6 types of defects as a variable. Quality control is done on a rolling process using multivariate control chart p. Aiming to evaluate the rolling stage of the production process. From the results of the evaluation stage of the rolling process in December 2015 and January 2016 for the proportion of different disabilities, on a control chart provides results that these two months have not been controlled process. The dominant types of defects in December 2015 almost all types of disabilities the same proportions, but in January 2016 the men dominance is disabled chamber and scale. Unknown factors cause of disability among which the performance of machinery, raw materials and human factors (fatigue).

Keywords : Attributes, P Multiatribut Map, Steel Plate, Stage Rolling process

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN PETA *P* MULTIATRIBUT PADA PENGONTROLAN PROSES *ROLLING PLATE* BAJA DI PT. GUNAWAN DIANJAYA STEEL Tbk

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

HENDY DWI CAHYANTO
NRP 1314 105 027

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dra. Lucia Aridinanti MT
NIP : 19610131 198701 2 001

Diaz Fitra Aksioma M.Si.
NIP : 19870602 201212 2 002

Mengetahui

Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, Juli 2016



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	iii
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengendalian Kualitas Statistik	7
2.1.1 Uji Korelasi Antar Variabel	8
2.1.2 Uji Pergeseran Proses	10
2.1.3 Peta kendali p multivariat	11
2.1.4 Diagram Pareto	16
2.1.5 Diagram sebab akibat	17
2.2 Profil PT. Gunawan Dianjaya Steel Tbk	19
2.3 Proses	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Variabel Penelitian	25
3.2 Teknik pengambilan sampel	26
3.3 Langkah-Langkah Analisis	28

	Halaman
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1	Pengujian Asumsi..... 31
4.2	Karakteristik Jenis Cacat..... 31
4.3	Uji Proporsi Antar Bulan..... 33
4.4	Evaluasi Proses Bulan Desember 2015 dan Bulan Januari 2016 33
4.5	Identifikasi Jenis Cacat..... 49
4.6	Faktor-faktor Penyebab Cacat..... 50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan 53
5.2	Saran..... 53
DAFTAR PUSTAKA 55	
LAMPIRAN 57	
BIODATA PENULIS 71	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Pareto.....	17
Gambar 2.2 Diagram Sebab Akibat	18
Gambar 2.3 Diagram Proses Produksi	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Analisis	29
Gambar 4.1 Perbandingan Proporsi Cacat Antara Bulan Desember 2015 Dan Januari 2016	32
Gambar 4.2 Peta p multivariat bulan Desember 2015	35
Gambar 4.3 Perbaikan pertama peta p multivariat pada bulan Desember 2015.....	37
Gambar 4.4 Perbaikan kedua peta p multivariat pada bulan Desember 2015.....	40
Gambar 4.5 Perbaikan ketiga peta p multivariat pada bulan Desember 2015.....	42
Gambar 4.6 Peta p multivariat bulan Januari 2016	45
Gambar 4.7 Perbaikan pertama peta p multivariat pada bulan Januari 2016	47
Gambar 4.8 Diagram Pareto pada proses rolling bulan Desember 2015.....	49
Gambar 4.9 Diagram Pareto pada proses rolling bulan Januari 2015	50
Gambar 4.10 Faktor-faktor penyebab dari terjadinya cacat...	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Struktur Data p multivariat.....	11
Tabel 2.2 Struktur Data Proporsi Cacat.....	12
Tabel 3.1 Skor Bobot Masing-masing Jenis Cacat	22
Tabel 3.2 Struktur Data Pada Proses Pembuatan <i>Plate</i> Baja.	23
Tabel 4.1 Karakteristik Jenis Cacat <i>Plate</i> Baja Bulan Desember 2015	27
Tabel 4.2 Uji Proporsi Berdasarkan Tahap	29
Tabel 4.3 Nilai Pengamatan Diluar Batas kendali.....	31
Tabel 4.4 Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali..	32
Tabel 4.5 Nilai Pengamatan Diluar Batas kendali.....	34
Tabel 4.6 Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali..	34
Tabel 4.7 Nilai Pengamatan Diluar Batas kendali.....	36
Tabel 4.8 Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali..	36
Tabel 4.9 Nilai Pengamatan Diluar Batas kendali.....	38
Tabel 4.10 Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali..	38
Tabel 4.11 Nilai Pengamatan Diluar Batas kendali.....	41
Tabel 4.12 Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali..	41
Tabel 4.13 Nilai Pengamatan Diluar Batas kendali.....	43
Tabel 4.14 Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali..	44

(Hal ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Data Inspeksi <i>plate</i> baja.....	56
Lampiran B. Data Proporsi cacat <i>plate</i> baja	61
Lampiran C. Hasil Perhitungan Identifikasi Variabel Tidak Terkendali.....	65
Lampiran D. Nilai Korelasi Antar Jenis cacat <i>plate</i> baja....	67

(Hal ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Gunawan Dianjaya Steel Tbk (GDS) adalah perusahaan bergerak dibidang industri penggilingan plate baja panas (hot rolled steel plate). Proses pembuatan plate baja adalah mendatangkan bahan baku (slab) hingga pengolahan menggunakan mesin–mesin khusus menghasilkan hasil *output* baja dalam bentuk lembaran plate. PT.GDS produksi plate baja secara rutin sesuai pemesanan. Konsumen menjadi faktor penting, sehingga perusahaan menjaga loyalitas dengan memberikan pelayanan terbaik dan jaminan kualitas produk.

PT.GDS mengendalikan kualitas produk salah satunya dengan menjaga stabilitas proses pembuatan plate baja. Pengendalian proses dilakukan oleh perusahaan dengan menghitung proporsi cacat (bulan) dibandingkan dengan toleransi prosentase kebijakan perusahaan. Gambaran pengendalian tersebut tidak mempertimbangkan bagaimana jalannya proses pembuatan perhari, sehingga perusahaan belum memperoleh informasi variabilitas hasil produk. Untuk mendapatkan informasi tersebut dapat menggunakan metode statistik.

Metode statistika memiliki banyak cara yang diterapkan, seperti yang dijelaskan oleh *Montgomery* (2005) yaitu pengendalian kualitas statistik bertujuan untuk mengurangi variabilitas dalam karakteristik utama suatu produk. Salah satu metode statistika menggunakan diagram kendali, dimana terdapat 2 macam yaitu variabel dan atribut. Diagram kendali variabel untuk karakteristik kualitas diperoleh melalui pengukuran, dan Diagram kendali atribut untuk mengklasifikasikan suatu kualitas produk sebagai cacat atau tidak cacat.

Dalam penelitian ini, dikhususkan pada produksi *plate* baja di PT. GDS berukuran dengan tebal 12 mm, lebar 2500 mm, dan panjang 13000 mm. Pemilihan *plate* baja berdasarkan pemesanan yang paling banyak sehingga hasil penelitian akan dapat meng-

gambarkan pengendalian kualitas proses untuk *plate* baja pada ukuran yang berbeda. Pengendalian kualitas proses yang akan dimonitoring pada tahapan proses *rolling*. Pemilihan tahapan proses *rolling* karena merupakan proses inti dari pembentukan *slab* baja menjadi *plate* baja. Jika proses *rolling* terjadi kesalahan baik dalam kinerja mesin maupun bagian operator maka menghasilkan *plate* baja yang terdapat cacat, akan disebut dengan *reject* (*plate* tidak sesuai standart pemesanan). Cacat yang terjadi pada *plate* baja dapat lebih dari 1 jenis cacat dan antar jenis cacat yang terjadi dalam 1 *plate* baja saling berpengaruh, misalnya jenis cacat *wavey* (gelombang) yang terjadi setelah proses *rolling mill* dilanjutkan proses *rolling leveller* kemungkinan terjadi *flatnes* (melengkung) pada ujung *plate* baja. Pengendalian kualitas akan dilakukan sesuai dengan kejadian cacat yang terjadi pada *plate* menggunakan peta kendali atribut.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi dalam proses *rolling* tersebut akan dilakukan analisis pengendalian kualitas pada proses *rolling* produksi *plate* baja menggunakan peta kendali *p* multiatribut. Dikarenakan terdapat beberapa jenis cacat yang dapat terjadi pada *plate* dan adanya hubungan antara jenis cacat menjadi pemilihan metode tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis proses *rolling* produksi *plate* pada bulan Desember 2015 di PT. Gunawan Dianjaya Steel Tbk dengan menggunakan peta kendali *p* multiatribut, dan juga menggunakan alat-alat statistika kontrol yaitu diagram sebab-akibat dan diagram pareto untuk mengetahui jenis cacat yang paling dominan dan mengetahui penyebab timbul cacat. Peta kendali *P* multiatribut pernah digunakan oleh Octaviana (2014) tentang pengontrolan proses pemotongan kaca jenis LNFL di PT. Ashahimas Flat Glass Tbk, dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa produksi kaca jenis LNFL pada proses pemotongan bulan Januari sampai Desember 2013 mengalami pergeseran proses karena proporsi cacat yang semakin meningkat. Selain itu, peta kendali *p* multiatribut juga pernah dilakukan oleh Reza Hidayati (2015) tentang pengendalian kualitas produk lemari di PT. X, dari

penelitian dapat diketahui dengan adanya perubahan waktu perawatan mesin awalnya dilakukan 2 bulan sekali berpengaruh terhadap berkurangnya jumlah cacat.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam serangkaian proses penggilingan *plate* baja panas akan dipilih proses inti yang akan dimonitoring yaitu tahapan proses *rolling*. Pada tahap ini jika terjadi kesalahan baik dalam kinerja mesin maupun bagian operator maka menghasilkan *plate* baja yang cacat, dan disebut dengan *reject* (*plate* tidak sesuai standart pemesanan). Pengendalian kualitas pada *plate* selama ini menggunakan analisis deskriptif yaitu menghitung proporsi cacat antar bulan. Tetapi belum dilakukan pengendalian secara statistik dan pergeseran proses, sehingga permasalahannya apakah proses terkendali secara statistik selama periode Desember 2105 dan Januari 2016 dan apakah ada pergeseran proses pada periode tersebut. Alat analisis yang digunakan adalah peta *p* multiatribut karena cacat yang terjadi pada *plate* baja lebih dari 1 jenis cacat dan antar jenis cacat yang terjadi dalam 1 *plate* baja saling berpengaruh. Berdasarkan hal tersebut perumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengendalian proses produksi tahap *Rolling* pada bulan Desember 2015 dengan bulan Januari 2016 di PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk menggunakan peta *p* multiatribut?
2. Jenis cacat apakah yang paling mendominasi pada Diagram Pareto untuk proses produksi bagian *Rolling* pada bulan Desember 2015 dengan bulan Januari 2016 di PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk ?
3. Apakah yang menyebabkan sehingga terdapat cacat *plate* pada proses produksi tahap *Rolling* pada bulan Desember 2015 dengan bulan Januari 2016 di PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk dengan menggunakan Diagram Sebab Akibat ?

1.3 Tujuan

Tujuan yang dapat diambil berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut.

1. Mengevaluasi menggunakan peta kendali p multiatribut pada proses produksi tahap *Rolling* bulan Desember 2015 dengan bulan Januari 2016 di PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk.
2. Mengetahui jenis cacat yang dominan pada proses produksi tahap *Rolling* bulan Desember 2015 dengan bulan Januari 2016 di PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk menggunakan analisa Diagram Pareto.
3. Mengetahui penyebab dari ketidaksesuaian pada *plate* yang dihasilkan pada proses produksi bagian *Rolling* di PT. Gunawan Dianjaya Steel Tbk menggunakan analisa Diagram Sebab Akibat.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagi peneliti, dapat menerapkan teori–teori yang telah diperoleh selama kuliah ke dalam keadaan praktek yang sebenarnya dan sebagai pengalaman dalam menganalisis suatu masalah.
2. Bagi lembaga Institut, hasil penulisan ini dapat dijadikan sebagai bahan studi kasus dan acuan bagi mahasiswa pada umumnya serta sebagai bahan referensi bagi pihak perpustakaan untuk menambah ilmu pengetahuan bagi pembaca.
3. Bagi PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk, hasil penulisan ini dapat membantu untuk mengetahui proses pengendalian dalam produksi *Plate* Baja khususnya pada tahap *Rolling*, setelah mengetahui dari hasil analisis maka pihak perusahaan dapat meningkatkan kualitas proses produksi.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan tujuan dalam penelitian ini, batasan masalah adalah sebagai berikut.

1. Penelitian hanya dilakukan pada *plate* baja dengan ukuran tebal 15 mm, lebar 2500 mm, dan panjang 13000 mm pada tahapan proses *Rolling* di PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk.
2. Data inspeksi diambil berasal dari bagian PPIC PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk periode bulan Desember tahun 2015 dan bulan Januari tahun 2016.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengendalian Kualitas Statistik

Pengendalian kualitas statistik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, dan memperbaiki produk serta proses menggunakan metode-metode statistik (Ariani,2004). Tujuan utama pengendalian kualitas statistik adalah pengurangan variabilitas secara sistematis dan karakteristik kualitas produk. Manfaat dari penerapan pengendalian statistik antara lain : kualitas produk yang beragam, memberikan informasi kesalahan lebih awal, mengurangi besarnya bahan yang terbuang sehingga menghemat biaya bahan, meningkatkan kesadaran perlunya pengendalian kualitas dan menunjukkan tempat terjadinya permasalahan dan kesulitan.

Pengendalian kualitas dapat dikelompokkan atas 2 bagian, yaitu pengendalian proses dan pengendalian produk. Tujuan utama pengendalian proses adalah menjaga setiap proses agar tetap terkendali dan untuk itu digunakan peta kendali, metode grafik yang menunjukkan urutan setiap sampel. Tujuan dari pengendalian produk adalah memutuskan suatu lot diterima atau ditolak yang didasarkan pada bukti yang ditemui dari satu atau banyak sampel yang diambil secara acak dari lot yang diteliti, untuk itu digunakan sampling penerimaan.

Pengendalian kualitas statistik digunakan untuk menyelidiki secara cepat terjadinya sebab – sebab terduga atau pergeseran proses sedemikian hingga penyelidikan terhadap proses itu dan tindakan pembetulan dapat dilakukan sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai diproduksi. Peta kendali adalah teknik pengendalian proses yang digunakan untuk menangani kasus tersebut. Peta kendali adalah suatu alat statistik yang digunakan untuk melihat variasi-variasi di dalam kualitas *output* yang disebabkan karena kesempatan dan sebab-sebab yang dapat diberikan.

Cara pemeriksaan dengan menggunakan peta kendali dapat diklasifikasikan berdasarkan cara–cara pemeriksaan karakteristik, antara lain :

a. Variabel

Pemeriksaan secara variabel berarti bahwa karakteristik diukur secara kuantitatif. Pemeriksaan terhadap produk–produk dengan pengukuran, misalnya tinggi, berat, temperatur, dan sebagainya.

b. Atribut

Pemeriksaan karakteristik kualitas suatu produk yang dapat diukur dengan skala kualitatif, tetapi dinilai masing–masing produk sebagai sesuai atau tidak sesuai berdasarkan produk memiliki atau tidak memiliki sifat tertentu seperti pengukuran cacat atau tidak cacat, contoh : buah–buahan, sayur–sayuran dan sebagainya. Pemeriksaan terhadap produk–produk dengan cara mengklasifikasikan produk yang diterima atau ditolak (dengan kemungkinan membedakan produk yang ditolak sebagai produk yang tidak sesuai dan dikerjakan ulang).

Menurut Montgomery (2005), ada tujuh alat statistik yang sering digunakan dalam pengendalian kualitas secara statistik. Tujuh alat statistik atau yang lebih dikenal sebagai *seven tools* tersebut antara lain

- a. Lembar Pengamatan
- b. Diagram Pareto
- c. Diagram Sebab- Akibat
- d. Diagram Konsentrasi Cacat
- e. Diagram Pencar
- f. Peta Kendali
- g. Histogram

1.1.1 Uji Korelasi Antar Variabel

Menurut Walpole (1995), uji korelasi adalah metode statistik yang digunakan untuk mengukur besarnya hubungan linier antara dua variabel atau lebih. Nilai korelasi populasi (ρ) berkisar antara $-1 \leq \rho \leq 1$. Jika korelasi bernilai positif, maka hubungan antara dua

variabel bersifat searah. Sebaliknya, jika korelasi berlawanan arah. Nilai korelasi sampel (r) diukur dari nilai korelasi *Pearson* dengan rumus sebagai berikut.

$$r_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.1)$$

Nilai korelasi sampel (r) dapat diukur juga menggunakan rumus sebagai berikut.

$$r_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i y_i - m\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^m x_i^2 - m\bar{x}^2 \right] \left[\sum_{i=1}^m y_i^2 - m\bar{y}^2 \right]}} \quad (2.2)$$

Dimana x dan y merupakan dua variabel yang akan dihitung nilai korelasinya, sedangkan m menunjukkan banyaknya pengamatan.

Hipotesis :

$H_0 : \rho = 0$ (tidak ada korelasi antara x dan y)

$H_1 : \rho \neq 0$ (ada korelasi antara x dan y)

Statistik Uji

$$t_{hitung} = \frac{2\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \sim t \quad (2.3)$$

Daerah Kritis

Apabila ditetapkan tingkat signifikan 5% maka H_0 ditolak jika $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, n-2}$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

1.1.2 Uji Pergeseran Proses

Pengujian pergeseran proses produksi digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan antara proporsi dari populasi pertama dengan proporsi populasi kedua. Uji pergeseran proses ini menggunakan metode uji proporsi dua populasi. Berikut hipotesis untuk uji proporsi dua populasi (Walpole, 1995).

Hipotesis

$H_0 : p_1 = p_2$ atau tidak ada pergeseran proses

$H_1 : p_1 \neq p_2$ atau terdapat pergeseran proses

Statistik uji

$$Z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

\hat{p}_1 dan \hat{p}_2 = Proporsi cacat pada fase I dan fase II

n_1 dan n_2 = Jumlah pengamatan

c_1 dan c_2 = Jumlah produk cacat dari fase I dan fase II

dengan $\hat{p}_{1,2}$, \hat{p} dan \hat{q} menggunakan persamaan 2.16 berikut.

$$\begin{aligned} \hat{p}_{1,2} &= \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m p \\ \hat{p} &= \frac{c_1 + c_2}{n_1 + n_2} \quad \hat{q} = 1 - \hat{p} \end{aligned} \quad (2.5)$$

Daerah penolakan H_0 , jika nilai Z hitung lebih kecil dari Z tabel dua arah dengan α sebesar 5% ($-Z_{\alpha/2}$) atau Z hitung lebih besar dari $Z_{\alpha/2}$. Apabila keputusan menolak H_0 , hal ini dapat disimpulkan bahwa terdapat pergeseran proses dari dua proses produksi atau proporsi dari kedua populasi tidak sama.

1.1.3 Peta kendali P Multiatribut

Dalam peta p multiatribut harus mempertimbangkan pembobot secara akurat guna mengontrol dan menaksir parameter tingkat kecacatan secara keseluruhan dalam proses. Secara umum, setiap item dapat diklasifikasikan dalam $(k+1)$ diurutkan dan kategori kualitas saling bebas tergantung pada tingkat kecacatan. Misalkan : kategori pertama dapat digunakan untuk mengklasifikasikan item cacat di k yang berbeda nilai cacatnya, dengan bertambahnya tingkat kecacatan.

Dalam mengevaluasi tingkat cacat keseluruhan, dapat digambarkan proses satu sampel dari n item, misalkan $D=(D_0, D_1, \dots, D_i, \dots, D_k)$ menjadi vektor dari $(k+1)$ kategori cacat, D_i menunjukkan kategori tingkat cacat; D_0 adalah kategori bebas cacat dan D_k adalah cacat yang paling serius. Dikarenakan cacat yang berbeda pada proses kualitas, maka vektor D dapat didefinisikan vektor pembobot dari tingkat cacat yang ditemukan dalam produk, bobot dapat dipilih berdasarkan kegunaan, ketidakpuasan, kerugian ekonomi, tingkat biaya, atau kekurangan yang disebabkan oleh cacat. Misalnya, jika vektor D hanya memiliki 5 kategori seperti absen, minor, medium, mayor, dan cacat yang serius, maka dapat dihubungkan bahwa bobot nol dengan kategori pertama, bobot satu dengan kategori terakhir, serta antara nol dan satu, untuk kategori lainnya.

Menurut Cozzucoli (2009), produk yang diklasifikasikan dalam masing-masing $(k+1)$ kategori kualitas cacat. Dalam hal ini variabel acak multiatribut $X=(X_0, X_1, \dots, X_i, \dots, X_k)$ memiliki distribusi multinomial dengan parameter n dan vektor probabilitas $p=(p_0, p_1, \dots, p_i, \dots, p_k)$, sehingga $0 \leq p_i \leq 1$ dan $\sum_{i=0}^k p_i = 1$. Secara khusus, X_i adalah jumlah item dalam sampel yang diklasifikasikan dalam kategori cacat D_i dan p_i adalah probabilitas item yang diklasifikasikan dalam kategori cacat D_i . Dalam prosedur kontrol kualitas, p_i adalah proporsi ketidaksesuaian item yang diklasifikasikan sebagai cacat dikelas i . Akibatnya, variabel acak multiatribut X memiliki multinomial

acak dengan parameter (n, p) dimana n adalah ukuran sampel dan p adalah vektor probabilitas.

Misalkan, $d=(d_0, d_1, \dots, d_i, \dots, d_k)$ menjadi vektor pembobot berhubungan dengan vektor D kategori kualitas cacat, dimana $0 < d_i < 1$, $d_i < d_{i+1}$, $d_0=0$ dan $d_i=1$. Jadi, untuk menentukan vektor d dan vektor p , indeks normalisasi dari tingkat cacat keseluruhan sebagai berikut.

$$\delta = \sum_{i=0}^k d_i p_i \quad (2.6)$$

Dimana d_i = vektor pembobot ($0 \leq d_i \leq 1$)

p_i = proporsi dari ketidaksesuaian item kelas cacat ke $-i$
($0 \leq p_i \leq 1$)

δ = tingkat cacat keseluruhan ($0 \leq \delta \leq 1$)

untuk memperjelas, karena $0 \leq p_i \leq 1$ dan $0 \leq d_i \leq 1$, indeks hanya dapat diambil antara nilai nol dan satu, yaitu $0 \leq \delta \leq 1$. Ini dilakukan untuk mengukur bobot tingkat cacat keseluruhan. Dalam kasus-kasus ekstrim, indeks diambil minimum ketika semua item yang diproduksi bebas dari cacat, yaitu $\delta = 0$ jika dan hanya jika $p_i = 0$, $i = 1, \dots, k$ atau diambil maksimal ketika item yang diproduksi semua diklasifikasikan dalam kelas cacat maksimum yaitu $\delta = 1$ jika dan hanya jika $p_k=1$. misalkan bahwa $X=(X_0, X_1, \dots, X_i, \dots, X_k)$ estimator maximum likelihood dari parameter $p=(p_0, p_1, \dots, p_i, \dots, p_k)$ dimana $\hat{p}_i = \frac{X_i}{n}$, untuk menduga parameter δ digunakan statistik sampling sebagai berikut.

$$\hat{\delta} = \sum_{i=0}^k d_i \hat{p}_i \quad (2.7)$$

Nilai ekspektasi dari $\hat{\delta}$ adalah

$$E(\delta) = E\left(\sum_{i=0}^k d_i \hat{p}_i\right) = \sum_{i=0}^k E(d_i \hat{p}_i) = \sum_{i=0}^k E(d_i)E(\hat{p}_i) = \sum_{i=0}^k d_i p_i \quad (2.8)$$

Yaitu, penaksir tak bias dari indeks δ . Varians dari δ adalah

$$\begin{aligned} \sigma^2(\delta) &= \text{var}\left(\sum_{i=0}^k d_i \hat{p}_i\right) = \sum_{i=0}^k \text{var}(d_i \hat{p}_i) = \sum_{i=0}^k \text{var}(d_i) \text{var}\left(\frac{x_i}{n}\right) \\ &= \sum_{i=0}^k \left[d_i^2 \frac{1}{n^2} n p_i (1 - p_i) \right] = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^k d_i^2 p_i (1 - p_i) \quad (2.9) \\ &= \frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 p_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i^2 p_i \right)^2 \right] \end{aligned}$$

Dan penaksir konsisten dari $\sigma^2(\hat{\delta})$ adalah

$$s^2(\hat{\delta}) = \frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \hat{p}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \hat{p}_i \right)^2 \right] \quad (2.10)$$

Berdasarkan teorema limit pusat multiatribut, vektor \hat{p} mempunyai $(k+1)$ distribusi normal multiatribut dan penaksir $\hat{\delta}$ mempunyai distribusi normal. Oleh karena itu, dapat diperoleh selang kepercayaan $(1-\alpha)$ untuk statistik sampel cacat keseluruhan sebagai berikut (Gold, 1963)

$$\hat{\delta} = \sum_{i=0}^k d_i \hat{p}_i \in \left\{ \sum_{i=0}^k d_i \hat{p}_i \pm \chi_{k,\alpha}^2 \frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \hat{p}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \hat{p}_i \right)^2 \right] \right\} \quad (2.11)$$

Dimana $\chi_{k,\alpha}^2$ adalah kuantil atas $(1-\alpha)$ dari distribusi χ^2 dengan derajat bebas (k) (Cozzucoli, 2009).

Umunya, $p_0=(p_{00}, p_{10}, \dots, p_{i0}, \dots, p_{k0})$ tidak diketahui dan perlu diestimasi menggunakan m sampel awal dari ukuran n berdasarkan proses terkendali. Misalkan, $X_t=(X_{0t}, X_{1t}, \dots, X_{it}, \dots, X_{kt})$, $t= 1, 2, \dots, m$, menjadi satu sampel awal dari ukuran n yang

diambil dari proses multinomial X dengan parameter (n, p) . Secara khusus, X_{it} adalah jumlah item dalam sampel ke- t yang diklasifikasikan dalam kategori cacat D_i . Oleh karena itu, penaksir tak bias dari parameter p_i sebagai berikut

$$\bar{\hat{p}} = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m \hat{p}_{it}, i = 1, 2, \dots, k \quad (2.12)$$

Dimana $\hat{p}_{it} = \frac{X_{it}}{n}$ dengan $i=0, \dots, k$ dan $t=1, 2, \dots, m$.

Struktur data untuk peta p multiatribut dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut

Tabel 2.1 Struktur Data p Multiatribut

Penga matan (t)	Sampel (n)	Jenis Cacat(i)						Jumlah Cacat (X_{it})
		0	1	...	i	...	k	
1	n_1	X_{01}	X_{11}	...	X_{i1}	...	X_{k1}	X_{i1}
2	n_2	X_{02}	X_{12}	...	X_{i2}	...	X_{k2}	X_{i2}
.
.
.
T	n_t	X_{0t}	X_{1t}	...	X_{it}	...	X_{kt}	X_{it}
.
.
.
M	n_m	X_{0m}	X_{1m}	...	X_{im}	...	X_{km}	X_{im}

Berdasarkan jumlah cacat, dapat diperoleh proporsi cacat sebagai berikut.

Tabel 2.2 Struktur Data Proporsi Cacat

Pengamatan (t)	Kelas Cacat (i)				
	1	2	3	...	l
1	\hat{P}_{01}	\hat{P}_{11}	\hat{P}_{21}	...	\hat{P}_{l1}
2	\hat{P}_{02}	\hat{P}_{12}	\hat{P}_{22}	...	\hat{P}_{l2}
3	\hat{P}_{03}	\hat{P}_{13}	\hat{P}_{23}	...	\hat{P}_{l3}
.
.
.
i	\hat{P}_{0i}	\hat{P}_{1i}	\hat{P}_{2i}	...	\hat{P}_{li}
.
.
.
m	\hat{P}_{0m}	\hat{P}_{1m}	\hat{P}_{2m}	...	\hat{P}_{lm}
$\bar{\hat{P}}_i$	$\bar{\hat{P}}_0$	$\bar{\hat{P}}_1$	$\bar{\hat{P}}_2$	...	$\bar{\hat{P}}_l$

Sehingga diperoleh nilai batas kendali peta p multiatribut sebagai berikut

$$BKA = \sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i + \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{\hat{p}}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i \right)^2 \right]} \quad (2.13)$$

$$\text{Garis tengah} = \sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i$$

$$BKB = \sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i - \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{\hat{p}}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i \right)^2 \right]} \quad (2.14)$$

Identifikasi Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali

Menurut taleb (2009), jika nilai statistik sampling (δ) berada diluar batas kendali, maka harus diselediki penyebabnya. Dalam situasi yang mudah p_{j0} , $j=0, 1, \dots, k$ biasanya diestimasi menggunakan sampel awal, sehingga prosedur statistik berdasarkan statistik sampel adalah

$$z_t = n_0 n_t \sum_{i=0}^k \frac{(\hat{p}_{it} - \hat{p}_{i0})^2}{X_{it} + X_{i0}} \quad (2.15)$$

Dimana Z_i adalah indikator kontribusi relatif dari variabel ke-t untuk keseluruhan statistik, sedangkan n_0 dan n_t merupakan ukuran sampel periode ke-0 dan ke-t, \hat{p}_{it} dan \hat{p}_{i0} merupakan proporsi kelas cacat ke-i periode ke-t dan ke-0, X_{it} dan X_{i0} merupakan jumlah cacat ke-i periode ke-t dan ke-0. Perbaikan proses difokuskan pada variabel yang memiliki nilai Z_t lebih besar $\chi^2_{(k-1), \alpha}$.

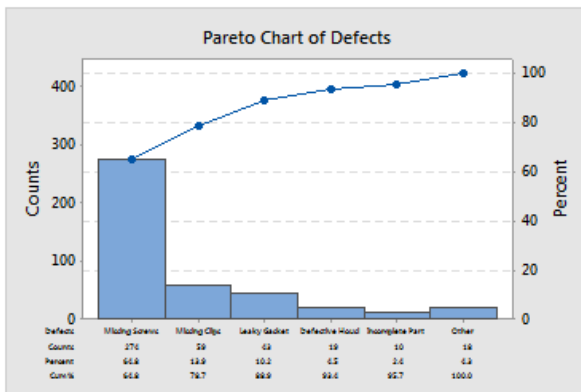
1.1.4 Diagram Pareto

Histogram frekuensi dari data kecacatan atribut yang disusun dan diurutkan mulai dari frekuensi yang paling besar sampai yang paling kecil dapat ditampilkan dalam diagram pareto. Diagram pareto merupakan salah satu alat statistik yang sering digunakan dalam pengendalian kualitas produk untuk mencari jenis cacat yang dominan (Montgomery, 2005).

Terdapat langkah-langkah dalam pembuatan diagram pareto, sebagai berikut :

1. Menentukan metode atau pengklasifikasian dan berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidak sesuaian, dan sebagainya.
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutankarakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, unit, dan sebagainya.

3. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
4. Merangkum data dan membuat ranking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga yang terkecil.
5. Menghitung frekuensi kumulatif yang digunakan. Menggambarkan dalam histogram relatif masing-masing masalah. Mengidentifikasi beberapa hal yang penting untuk mendapat perhatian.



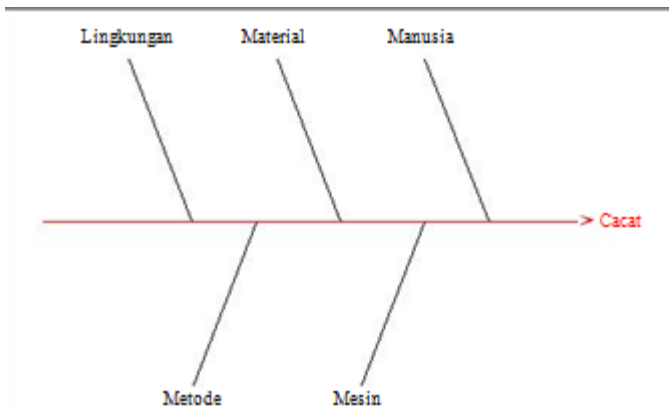
Gambar 2.1 Diagram Pareto

Secara visual diagram pareto seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 variabel yang diutamakan dalam perbaikan proses adalah variabel yang paling banyak menyebabkan proses tidak terkendali. Prinsip dalam diagram pareto adalah 80/20, yang artinya bahwa sekitar 80% terjadinya suatu masalah disebabkan oleh 20% penyebab.

1.1.5 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab–akibat sering dikenal dengan diagram tulang ikan (*fishbone*). Diagram sebab–akibat adalah suatu diagram yang menunjukkan hubungan antara sebab–akibat. Selain itu, diagram sebab–akibat menggambarkan hubungan antara karakteristik hasil sebuah proses dan penyebab dipertimbangkan secara teknis dalam

mengerahkan efek pada proses. Bila digunakan bersama dengan alat statistik lainnya, seperti diagram pareto, diagram sebab-akibat digunakan untuk memperbaiki proses pada prioritas dasar, mengumpulkan dan mengorganisir pengetahuan dan teknologi, kegiatan pengendalian biaya pada produk baru, penelitian pengembangan dan pembangunan, pembangunan pabrik baru, dan lain-lain. Pada diagram sebab-akibat, masalah atau efek ditunjukkan disebalah kanan, sedangkan penyebab dari permasalahan ditunjukkan disebalah kiri dalam struktur seperti pohon. Oleh sebab itu, diagram sebab-akibat dapat dengan mudah dipahami oleh siapapun (Ishikawa,1989).



Gambar 2.2 Diagram Sebab Akibat

Cabang utama dari pohon dikaitkan dengan penyebab utama. Pada dasarnya, diagram ini dapat digunakan untuk kebutuhan-kebutuhan sebagai berikut :

- Membantu mengidentifikasi penyebab dari suatu masalah.
- Mencari pennyebab-penyebabnya dan mengambil tindakan korektif.
- Membantu dalam penyeledikan atau pencarian faktor lebih lanjut
- Menyeleksi metode analisis untuk penyelesaian masalah.

2.2 Profil PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk

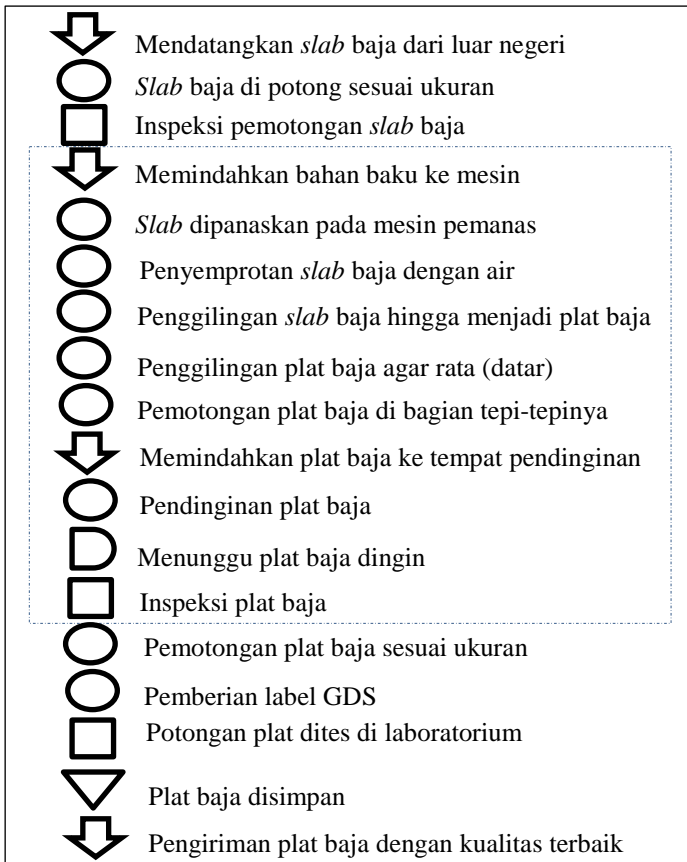
PT. Gunawan Dianjaya Steel Tbk (GDS) adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri penggilingan *plate* baja panas (*hot rolled steel plate*). Di bangun sejak tahun 1989 di Surabaya dan mulai memproduksi sejak akhir 1991, pangsa pasar utama produk perusahaan adalah untuk pasar ekspor sebesar 60% dan sisanya pasar domestik.

Pabrik GDS terletak di atas lahan seluas kurang lebih 20 hektar. Selain memiliki fasilitas produksi berupa mesin-mesin 4 *high rolling* berteknologi tinggi, perusahaan ini juga didukung oleh \pm 500 orang karyawan berdedikasi. Kesungguhan untuk menghasilkan produk terbaik pada pesaingan industri sejenis secara global. Sampai saat ini GDS masih merupakan industri *rolling mill plate* baja yang terkemuka di lingkungan negara-negara Asean. Perusahaan yang berlokasi kantor dan pabrik berada di Jalan Margomulyo No. 29A, Surabaya, Jawa Timur ini didirikan dalam rangka Undang-undang Penanaman Modal Dalam Negeri No. 6, tahun 1968 jo. Undang-undang No. 12 Tahun 1970 berdasarkan akta notaris Jamilah Nahdi, S.H., No. 6, tanggal 8 April 1989. Akta pendirian ini telah disahkan oleh Menteri Kehakiman Republik Indonesia dengan Surat Keputusan No. C-2. 11174. HT.01.01, Th 1989 tanggal 11 Desember 1989 dan diumumkan dalam Lembaran Berita Negara No. 15, tanggal 20 Februari 1990. Pada tahun 2004, status perusahaan mengalami perubahan menjadi Penanaman Modal Asing sesuai Penanaman Modal dengan No. 15N/PMA/2004, tanggal 26 Februari 2004.

2.3 Proses

PT Gunawan Dianjaya Steel Tbk merupakan perusahaan yang bergerak di di bidang industri penggilingan *plate* baja panas

(*hot rolled steel plate*). Proses produksi diawali dengan mendatangkan *slab* dari luar Negeri yang merupakan input dari pembuatan *plate* baja. Adapun beberapa proses sebelum akhirnya dihasilkan output yaitu *plate* baja yang sudah sesuai dengan ukuran permintaan pembeli dan dapat dijual kembali, yaitu sebagai berikut :



Gambar 2.3 Diagram Proses Produksi

a. *Mendatangkan Slab*

Proses awal adalah perusahaan mendatangkan baja dalam bentuk utuh, jadi baja masih utuh dengan bentuk persegi empat dan panjang biasa disebut dengan nama “*Slab*”. Baja tersebut didatangkan dari negara Rusia dan China.

b. *Slab Cutting*

Proses selanjutnya adalah *Slab* baja dipotong-potong sesuai ukuran yang dibutuhkan. Pada proses ini membutuhkan waktu sekitar 5 hingga 6 menit dalam pemotongannya dan terdapat 3 mesin potong untuk pengerjaannya.

c. *Inspection*

Pada inspeksi yang pertama dilihat apakah ukuran pemotongan sudah sesuai apa belum, termasuk ukuran kelurusan dalam pemotongan. Tahap inspeksi dikerjakan pada waktu antara saat selesai pemotongan hingga ke proses selanjutnya. Karyawan yang melakukan inspeksi merupakan karyawan khusus yang sudah berpengalaman kerja antara 15 hingga 20 tahun diperusahaan ini.

d. *Reheating Furnance* (Pemanasan)

Setelah proses pemotongan dan inspeksi, baja dimasukkan ke dalam mesin pemanas dengan suhu yang sangat tinggi agar baja tersebut menjadi lunak dan dapat dilanjutkan pada proses digiling. Proses ini memakan waktu selama 10 menit dengan temperatur 1300°C.

e. *Descaler* (Penyemprotan)

Proses selanjutnya baja berjalan keluar dari mesin pemanas, dan sebelum seutuhnya keluar baja tersebut disemprot menggunakan air bersuhu tinggi dengan kecepatan yang sangat cepat untuk menghilangkan kerak – kerak yang masih menempel di baja akibat proses pemanasan. Proses ini berjalan antara 10 hingga 15 detik.

f. *4-High Roughing & Finishing Mill* (Penggilingan)

Proses ini adalah proses penggilingan baja yang masih dalam keadaan lunak sehingga baja dapat buah digiling hingga tipis sesuai ukuran yang diinginkan. Pada proses ini membutuhkan waktu antara 5 hingga 6 menit.

g. *Hot Leveller* (Penggilingan)

Setelah ditipiskan, proses selanjutnya merupakan proses penggilingan lagi. Namun pada proses kali ini adalah untuk meratakan bentuk baja, sehingga tidak menggelombang. Pada proses ini membutuhkan waktu selama 6 menit.

h. *Dividing Shear* (Pemotongan bagian tepi)

Setelah proses penggilingan selesai, maka dilanjutkan proses pemotongan *plate* baja. *Plate* dipotong dibagian tepi-tepi sehingga membentuk persegi. Proses ini membutuhkan waktu antara 4 hingga 5 menit.

i. *Cooling Bed* (Pendinginan)

Pada proses ini *plate* yang sudah dipotong dan digiling sesuai ukuran didinginkan pada tempat yang sudah disediakan. Tempat tersebut tidak menempel pada tanah sehingga suhu antara atas dan bawah sama. Proses pendinginan berlangsung sekitar 1 jam.

j. *Inspection*

Setelah benar – benar dingin *plate* baja yang sudah jadi di inspeksi kembali untuk melihat apakah *plate* baja sudah benar-benar tidak ada cacat. Pengukuran dilakukan dengan cara visual untuk melihat bagaimana keadaan bentuk *plate*. Proses inspeksi yang dikerjakan oleh karyawan dengan pengalaman kerja selama 15 hingga 20 tahun ini berjalan selama 3 menit.

k. *Plate Cutting*

Tahap pemotongan yang terakhir yaitu pemotongan *plate* baja sesuai dengan pesanan pelanggan. Pada tahap pemotongan yang terakhir ini terdapat 2 mesin dalam pengerjaannya, dan dalam memotong *plate* baja memakan waktu selama 5 sampai 6 menit.

l. *Inspection*

Setelah didapatkan *plate* sesuai dengan pesanan sebelum disimpan dan lalu dikirimkan kepada pelanggan, sebelumnya di inspeksi akan ukuran tebal, lebar dan panjang *plate* tersebut kembali. Pengukuran menggunakan alat ukur yang terdapat nilai acuan yaitu *milimeter* dan *meter*. Tahap inspeksi ini membutuhkan waktu selama kurang lebih selama 3 sampai 4 menit.

m. *Storage*

Plate yang benar-benar memenuhi syarat akan disimpan terlebih dahulu sebelum menuju ke proses selanjutnya.

n. *Shipment* (Pengiriman)

Proses pengiriman *plate* kepada pemesan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

1.1 Variabel Penelitian

Variabel yang akan diteliti adalah data inspeksi pada tahap *rolling* yang memiliki cacat berupa atribut pada *plate* baja. Kalsifikasi karakteristik jenis cacat pada *plate* baja dikelompokkan menjadi 3 kelas antara lain sebagai berikut.

1. Cacat Kritis

Suatu cacat pada bentuk *plate* baja sehingga dapat menyebabkan kerugian untuk penjualan *plate* baja karena tidak dapat dilakukan perbaikan. Jenis cacat yang termasuk dalam kelas cacat ini adalah antara lain :

a. Wavey

Wavey merupakan cacat pada bentuk *plate* baja yang menggelombang. Jenis cacat ini timbul akibat adanya cacat *flatnes* dan *deep scale*.

b. Flatnes

Flatnes merupakan cacat dengan adanya bentuk *plate* baja yang melengkung pada ujung. Lengkungan yang terjadi bisa pada bagian depan atau belakang, dan bisa juga pada bagian depan dan belakang. Jenis cacat ini timbul adanya cacat *scale*.

2. Cacat Major

Suatu cacat pada permukaan *plate* baja sehingga dapat menimbulkan adanya perbaikan dan mengalami kerugian dalam penjualan. Jenis cacat yang termasuk dalam kelas ini adalah antara lain :

a. Deep Scale

Deep scale merupakan cacat pada permukaan *plate* baja berkerak atau lubang dapat terjadi disepanjang maupun disekitar *plate*

b. Scale

Scale merupakan cacat pada permukaan *plate* baja berkerak atau lubang di sebagian *plate*.

3. Cacat Minor

Suatu cacat pada bagian samping *plate* baja sehingga ada pemotongan (ukuran lebih kecil) dan mengalami kerugian dalam penjualan. Jenis cacat yang termasuk dalam kelas ini adalah *Chamber*, merupakan cacat pada samping *plate* baja melengkung dapat dibagian kiri maupun kanan *plate*.

Setiap kelas cacat memiliki efek yang berbeda maka perlu dilakukan pembobotan. Pemberian skor bobot dari masing-masing jenis cacat dimulai dari nilai 1(satu) hingga 10(sepuluh). Dalam penentuan skor bobot berdasarkan kebijakan perusahaan. Pembobotan pada setiap jenis cacat dan perhitungan prosentase untuk setiap kelas cacat dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Skor Bobot Masing-masing Jenis Cacat

Kelas Cacat	Jenis Cacat	Skor Bobot (1-10)	Jumlah skor bobot tiap kelas cacat	Bobot (%)
Cacat Kritis	Wavey	9	16	57
	Flatnes	7		
Cacat Mayor	Deep Sclae	5	9	32
	Scale	4		
Cacat Minor	Chamber	3	3	11
Total			28	100

Dari Tabel 3.1 didapatkan bobot untuk masing-masing kelas cacat sebagai berikut

1. Cacat Kritis sebesar 57%
2. Cacat Major sebesar 32%
3. Cacat Minor sebesar 11%

3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari hasil proses produksi yang dilakukan oleh PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk divisi PPIC pada tahapan

rolling. Data hasil proses produksi *plate* dengan spesifikasi *plate* baja berukuran tebal 15 mm, lebar 2500 mm, dan panjang 13000 mm diambil pada periode Desember tahun 2015 (Tahap 1) dan Januari tahun 2016 (Tahap 2). Sampel data yang diambil dengan jumlah produksi perhari dengan ada 3 *shift* jam kerja selama 2 bulan. Data yang diperoleh merupakan hasil inspeksi yang dilakukan terhadap 100% *plate* yang dihasilkan dalam setiap harinya. Inspeksi 100% dilakukan atas permintaan *customer* dan selain itu juga perusahaan menerbitkan sertifikat untuk setiap hasil *plate* baja.

Struktur data dari penelitian tentang jenis kecacatan yang terdapat pada produksi *plate* baja dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Struktur Data Pada Proses Pembuatan *Plate* Baja

Produksi hari ke –	Shift	Pengamatan (t)	Sampel (n)	Jenis Cacat (i)				Jumlah Cacat (X_{it})
				0	1	...	4	
1	Pagi	1	n_1	X_{01}	X_{11}	...	X_{41}	X_{i1}
	Siang	2	n_2	X_{02}	X_{12}		X_{42}	X_{i2}
	Malam	3	n_3	X_{03}	X_{13}		X_{43}	X_{i3}
2	Pagi	4	n_4	X_{04}	X_{14}	...	X_{44}	X_{i4}
	Siang	5	n_5	X_{05}	X_{15}	...	X_{45}	X_{i5}
	Malam	6	n_6	X_{06}	X_{16}	...	X_{46}	X_{i6}
...
L	Pagi	.	.	.	.	.	.	.
	Siang	.	.	.	.	.	.	.
	Malam	m	n_m	X_{0m}	X_{1m}	...	X_{4m}	X_{im}

Keterangan :

$x_{i,m}$: Jumlah cacat pengamatan ke-m dengan jenis cacat ke-i

X_{im} : Jumlah cacat pengamatan ke- m , dimana $x_{it} = \sum_{i=0}^k x_{it}$

n_m : Jumlah sampel produksi hari ke- m

3.3 Langkah Analisis

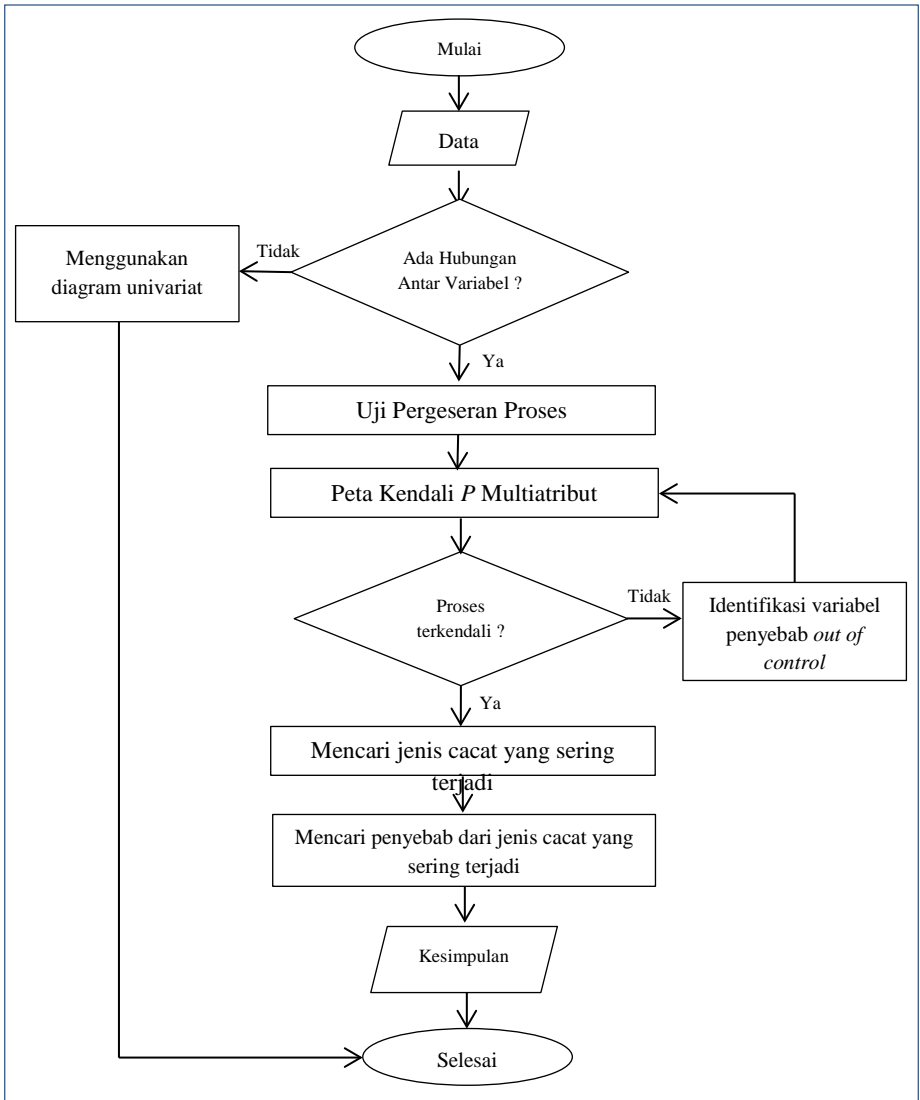
Metode analisis yang digunakan dalam menganalisis data penelitian ini adalah metode pengendalian kualitas statistika dengan menggunakan peta kendali p multiatribut dan dengan menentukan jenis cacat yang dominan sering terjadi. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan pada penelitian sebagai berikut.

1. Membuat peta kendali p multiatribut, terdapat beberapa langkah sebagai berikut
 - Melakukan penentuan hubungan antar variabel.
 - Mengestimasi parameter untuk menentukan nilai dengan bobot yang sesuai dengan jenis cacat.
 - Melakukan uji proporsi antara tahap 1 dengan tahap 2 untuk mengetahui ada atau tidaknya pergeseran proses.
 - Melakukan pengujian peta p multiatribut untuk mengetahui proses penggilingan *plate* baja sudah terkendali secara statistik atau belum.
 - Jika pengujian memberikan hasil belum terkendali secara statistik, maka perlu dilakukan identifikasi variabel penyebab terjadinya *out of control*.
2. Membuat Diagram Pareto

Dengan mengklasifikasikan jenis cacat yang sesuai menjadi kelompok, lalu mulai membuat diagram pareto dengan hasil dapat memberikan informasi jenis cacat mana yang dominan dan seberapa besar prosentase jenis cacat tersebut.
3. Membuat Diagram Sebab-Akibat.

Menidentifikasi penyebab-penyebab adanya ketidaksesuaian *plate* yang dikeluarkan dari proses produksi bagian rolling.
4. Menarik Kesimpulan.

Diagram alir langkah analisis data dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut



Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Anilisis

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam perumusan masalah dan tujuan yang telah didapat, analisis dan pembahasan mengenai pengujian asumsi korelasi, menganalisis statistika deskriptif, membuat peta *p* multiatribut, dan membuat diagram pareto serta diagram sebab-akibat dari data inspeksi pada tahap proses *rolling* pembuatan *plate* baja di PT. Gunawan Dianjaya Steel Tbk Surabaya. Hasil analisis dan pembahasan dapat dilihat sebagai berikut.

4.1 Pengujian Asumsi

Dalam peta *p* multiatribut terdapat uji asumsi yang harus diujikan yaitu korelasi antar variabel, untuk mengukur besarnya hubungan antar variabel.

Hipotesis :

$H_0 : \rho = 0$ (tidak ada korelasi antar kelas cacat)

$H_1 : \rho \neq 0$ (ada korelasi antar kelas cacat)

Daerah Kritis :

Apabila ditetapkan tingkat signifikan 5%, maka H_0 ditolak jika $p\text{-value} < \alpha$.

Pada data inspeksi tahap proses *rolling* produksi *plate* baja didapatkan hasil *output software* pada Lampiran D dengan menggunakan taraf signifikan 5%. Diketahui bahwa terdapat 3 nilai *p-value* yang lebih kecil dari α yaitu antara jenis cacat *flatnes* dengan *chamber*, *wavey* dengan *flatnes*, dan *chamber* dengan *wavey* maka berarti antar variabel jenis cacat tersebut saling berkorelasi. Sehingga analisis yang digunakan adalah analisis pengendalian kualitas statistik dengan menggunakan peta kendali *p* multi atribut.

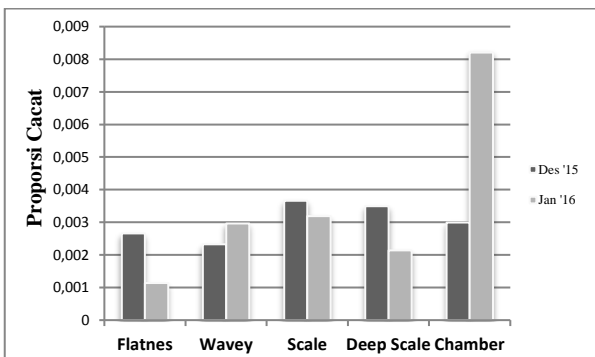
4.2 Karakteristik Jenis Cacat

Untuk mengetahui karakteristik jenis cacat dengan menggunakan statistika deskriptif. Analisis statistika deskripsi pada data hasil inspeksi produksi *plate* baja tahap *rolling* yang terdapat

beberapa variabel jenis cacat. Hasil analisis deskripsi dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Jenis Cacat *Plate* Baja bulan Desember 2015 Dan Bulan Januari 2016

No	Kelas Cacat	Jenis Cacat	Bulan Desember 2015		Bulan Januari 2016	
			Jumlah Cacat	Proporsi Cacat	Jumlah Cacat	Proporsi Cacat
1	Kritis	<i>Flatnes</i>	16	0,00266	5	0,00114
		<i>Wavey</i>	14	0,00233	13	0,00296
2	Mayor	<i>Scale</i>	22	0,00366	26	0,00319
		<i>Deep Scale</i>	21	0,00349	14	0,00214
3	Minor	<i>Chamber</i>	18	0,00299	36	0,0082



Gambar 4.1 Perbandingan Proporsi Cacat Antara Bulan Desember 2015 Dan Januari 2016

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui jumlah masing-masing jenis cacat yang terjadi pada bulan Desember 2015. Kelas cacat kritis terdapat 2 jenis cacat yaitu cacat *flatnes* sebanyak 16 kejadian, dan cacat *wavey* sebanyak 14 kejadian. Kelas cacat mayor terdapat 2 jenis cacat yaitu cacat *scale* sebanyak 22 kejadian, dan cacat *deep scale* sebanyak 21 kejadian. Kelas cacat minor terdapat 1 jenis cacat yaitu cacat *chamber* sebanyak 18 kejadian. Bulan Januari 2016 diketahui kelas cacat kritis terdapat

2 jenis cacat yaitu cacat *flatnes* sebanyak 5 kejadian, dan cacat *wavey* sebanyak 13 kejadian. Kelas cacat mayor terdapat 2 jenis cacat yaitu cacat *scale* sebanyak 26 kejadian, dan cacat *deep scale* sebanyak 14 kejadian. Kelas cacat minor terdapat 1 jenis cacat yaitu cacat *chamber* sebanyak 36 kejadian.

Berdasarkan Gambar 4.1 diketahui perbandingan proporsi masing-masing jenis cacat antara bulan Desember 2015 dan bulan Januari 2016. Jenis cacat *scale* memiliki frekuensi yang paling banyak terjadi dibulan Desember 2015, sedangkan jenis cacat *chamber* memiliki frekuensi yang paling banyak terjadi dibulan Januari 2016. Untuk jenis cacat yang paling sedikit terjadi bulan Desember 2015 adalah *wavey*, tetapi dibulan Januari 2016 jenis cacat yang paling sedikit adalah *flatnes*. Karena proporsi cacat dari masing-masing jenis cacat ada yang berkurang dan bertambah maka akan dilakukan analisis uji proporsi antara bulan Desember 2015 dengan Januari 2016 untuk melihat apakah ada pergeseran proses.

4.3 Uji Proporsi Antar Bulan

Dalam pengujian proporsi untuk melihat pergeseran proses pada 2 tahap yaitu bulan Desember 2015 (tahap 1) dan bulan Januari 2016 (tahap2). Jika p_1 adalah proporsi cacat tahap ke-1 dan p_2 adalah proporsi cacat tahap ke-2, maka perumusan hipotesis untuk pengujian proporsi dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan berdasarkan data pada Lampiran A.

Tabel 4.2 Uji Proporsi Berdasarkan Tahap

Hipotesis	P_1	P_2$	|Z_0|$	$Z_{\alpha/2} = Z_{0,025}$	Keputusan
$H_0 : p_1 = p_2$	0,015	0,021	2,39	1,96	Tolak H_0
$H_1 : p_1 \neq p_2$					

Dengan menggunakan nilai α sebesar 5% akan diperoleh nilai $Z_{\alpha/2} = Z_{0,025}$ sebesar 1,96. Berdasarkan Tabel 4.2 didapatkan nilai $|Z_0|$ sebesar 2,3 (merujuk pada lampiran E) maka keputusan untuk tahap 1 dengan tahap 2 adalah tolak H_0 , dikarenakan nilai $|Z_0| > Z_{\alpha}$. Artinya berbeda proporsi antara tahap 1 dengan tahap 2. Dari perhitungan Proporsi cacat tahap 2 lebih besar dari tahap 1,

sehingga terjadi peningkatan proporsi cacat pada hasil proses *rolling* pembuatan *plate* baja dari bulan Desember 2015 ke bulan Januari 2016. Sehingga analisis selanjutnya yaitu pembuatan peta kendali dibuat perbulan.

4.4 Evaluasi Proses pada Bulan Desember 2015 dan Bulan Januari 2016

Dalam evaluasi proses ini menggunakan metode peta kendali p multiatribut untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam keadaan terkendali atau diluar dari keadaan terkendali. Batas kendali meliputi batas atas dan batas bawah dapat membantu untuk menggambarkan performasi yang konsisten. Dengan metode tersebut terdapat nilai pembobot yang ditentukan berdasar klasifikasi kelas cacat, maka setiap variabel dimasukkan kedalam klasifikasi kelas kritis, kelas mayor, dan kelas minor untuk memperoleh nilai statistik δ .

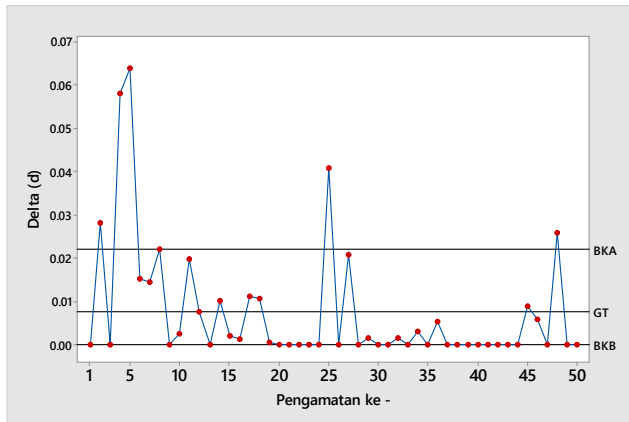
a. Evaluasi Proses di Bulan Desember 2015

Pada bulan Desember 2015 jumlah *plate* sebanyak 6008 keping dengan produksi selama 20 hari dengan 3 shift kerja. Dari keseluruhan jumlah produksi terdapat jumlah *reject plate* sebanyak 91 keping. Berikut dilakukan analisis peta kendali p multiatribut data inspeksi di PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk berdasarkan data pada Lampiran B.

$$\begin{aligned}
 BKA &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i + \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{p}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i \right)^2 \right]} \\
 &= 0,0076 + 2,795 \sqrt{\frac{1}{160} [0,00314 - 0,00006]} \\
 &= 0,0076 + 0,014 = 0,022 \\
 \text{Garis tengah} &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i = 0,0076
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 BKB &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i - \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{p}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i \right)^2 \right]} \\
 &= 0,0076 - 2,795 \sqrt{\frac{1}{160} [0,00314 - 0,00006]} \\
 &= 0,0076 - 0,014 = -0,007 \approx 0
 \end{aligned}$$

Nilai $\chi_{k,\alpha}^2$ didapatkan dari tabel *chi-square* dengan k merupakan jumlah variabel (jenis cacat) dan menggunakan taraf signifikan 5%. Dan nilai \bar{p}_i merupakan rata-rata proporsi kelas cacat ke-i, sedangkan nilai d_i merupakan nilai bobot kelas cacat ke-i.



Gambar 4.2 Peta *P* Multiatribut Bulan Desember 2015

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa nilai batas kendali atas adalah 0,022, nilai dari garis tengah adalah 0,0076, dan nilai batas kendali bawah adalah 0. Didapatkan batas kendali tersebut menimbulkan terdapat 5 titik pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada titik-titik pengamatan ke 2, 4, 5, 25, dan 48. Hal ini menunjukkan bahwa data inspeksi produksi

plate baja tahap proses *rolling* pada bulan Desember 2015 belum terkendali secara statistik dikarenakan pada saat itu adanya kinerja dari mesin *descaler*, *mill*, dan *hot leveller* kurang stabil, serta juga dari kualitas bahan baku yang kurang baik. Setelah diketahui titik titik pengamatan yang menyebabkan tidak terkendali, maka dapat diidentifikasi variabel penyebab terjadinya tidak terkendali. Tabel 4.3 berikut adalah nilai pengamatan yang berada diluar batas kendali sebagai berikut.

Tabel 4.3 Nilai Pengamatan Diluar Batas kendali

Pengamatan	δ
2	0,0281
4	0,0580
5	0,0640
25	0,0407
48	0,0258

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui bahwa titik pengamatan ke- 2, 4, 5, 25, dan 48 berada diluar batas kendali dengan nilai δ masing-masing sebesar 0,0281, 0,0580, 0,0640, 0,0407, dan 0,0258. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai Z_i untuk mengetahui variabel penyebab terjadinya tidak terkendali seperti yang mengacu pada Lampiran C.

Hasil perhitungan Z_i akan dibandingkan dengan nilai χ^2 tabel, menggunakan nilai taraf signifikan sebesar 0,05 dapat diketahui sebesar 9,4877. Keputusan yang diambil adalah tidak teridentifikasi variabel penyebab terjadinya tidak terkendali pada titik-titik pengamatan ke- 2, 4, 5, 25, dan 48 dikarenakan nilai $Z_i < 9,4877$, dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali

Pengamatan	Variabel Penyebab
2	Tidak Teridentifikasi
4	Tidak Teridentifikasi
5	Tidak Teridentifikasi
25	Tidak Teridentifikasi

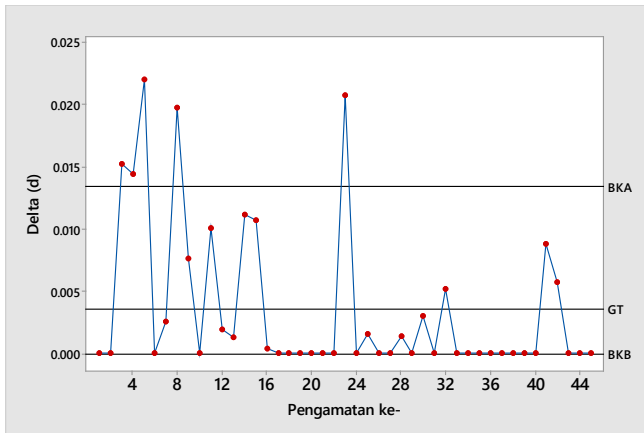
48	Tidak Teridentifikasi
----	-----------------------

Sehingga apabila pihak perusahaan melakukan kebijakan perbaikan proses dengan cara pemilihan penerimaan bahan baku dengan kualitas baik dan kinerja mesin dapat optimal dengan stabil, diharapkan semua titik pengamatan berada dalam batas kendali. Batas kendali tanpa titik-titik pengamatan ke- 2, 4, 5, 25, dan 48 dapat dijadikan acuan proses yang terkendali, sehingga diperoleh standar proses dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 BKA &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i + \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{\hat{p}}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i \right)^2 \right]} \\
 &= 0,00364 + 2,795 \sqrt{\frac{1}{125} [0,00152 - 0,000013]} \\
 &= 0,00364 + 0,00971 = 0,0134
 \end{aligned}$$

$$\text{Garis tengah} = \sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i = 0,00364$$

$$\begin{aligned}
 BKB &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i - \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{\hat{p}}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i \right)^2 \right]} \\
 &= 0,00364 - 2,795 \sqrt{\frac{1}{125} [0,00152 - 0,000013]} \\
 &= 0,00364 - 0,00971 = -0,00623 \approx 0
 \end{aligned}$$



Gambar 4.3 Perbaikan Pertama Peta P Multiatribut Pada Bulan Desember 2015

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa nilai batas kendali atas adalah 0,0134, nilai dari garis tengah adalah 0,00364, dan nilai batas kendali bawah adalah 0. Didapatkan batas kendali tersebut menimbulkan terdapat 5 titik pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada titik-titik pengamatan ke 3, 4, 5, 8, dan 28. Hal ini menunjukkan bahwa data inspeksi produksi *plate* baja tahap proses *rolling* masih belum terkendali secara statistik dikarenakan adanya kinerja dari mesin *descaler*, *mill*, dan *hot leveller* kurang stabil, serta juga dari kualitas bahan baku yang kurang baik. Setelah diketahui titik-titik pengamatan yang menyebabkan tidak terkendali, maka dapat diidentifikasi variabel penyebab terjadinya tidak terkendali. Tabel 4.5 adalah nilai titik pengamatan yang berada diluar batas kendali sebagai berikut.

Tabel 4.5 Nilai Pengamatan Diluar Batas kendali

Pengamatan	δ
3	0,0153
4	0,0144
5	0,022
8	0,0198
28	0,0208

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa titik pengamatan ke- 3, 4, 5, 8, dan 28 berada diluar batas kendali dengan nilai δ masing-masing sebesar 0,0153, 0,0144, 0,022, 0,0198, dan 0,0208. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai Z_t untuk mengetahui variabel penyebab terjadinya tidak terkendali seperti yang mengacu pada lampiran C.

Hasil perhitungan Z_t akan dibandingkan dengan nilai χ^2 tabel, menggunakan nilai taraf signifikan sebesar 0,05 dapat diketahui sebesar 9,4877. Keputusan yang diambil adalah tidak teridentifikasi ada variabel penyebab terjadinya tidak terkendali pada titik-titik pengamatan ke- 3, 4, 5, 8, dan 23 dikarenakan nilai $Z_t < 9,4877$, dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali

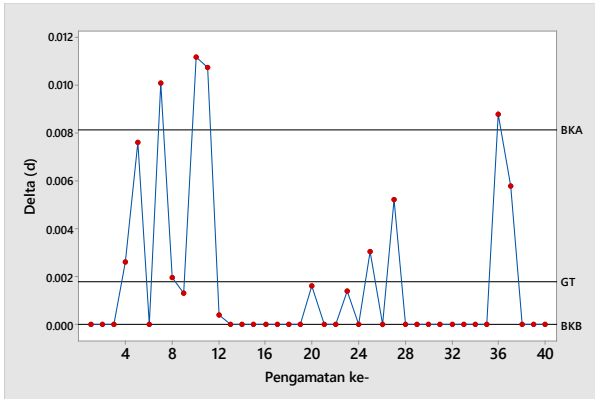
Pengamatan	Variabel Penyebab
3	Tidak Teridentifikasi
4	Tidak Teridentifikasi
5	Tidak Teridentifikasi
8	Tidak Teridentifikasi
23	Tidak Teridentifikasi

Sehingga apabila pihak perusahaan melakukan kebijakan per baikan proses dengan cara pemilihan penerimaan bahan baku dengan kualitas baik dan kinerja mesin dapat optimal dengan stabil , diharapkan semua titik-titik pengamatan berada dalam batas kendali. Batas kendali tanpa titik-titik pengamatan ke- 3, 4, 5, 8, dan 23 dapat dijadikan acuan proses yang terkendali, sehingga diperoleh standar proses dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 BKA &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i + \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{p}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i \right)^2 \right]} \\
 &= 0,00179 + 2,795 \sqrt{\frac{1}{129} [0,000668 - 0,0000032]} \\
 &= 0,00179 + 0,00634 = 0,00813
 \end{aligned}$$

$$\text{Garis tengah} = \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i = 0,00179$$

$$\begin{aligned} BKB &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i - \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{p}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i \right)^2 \right]} \\ &= 0,00179 - 2,795 \sqrt{\frac{1}{129} [0,000668 - 0,0000032]} \\ &= 0,00179 - 0,00634 = -0,00455 \approx 0 \end{aligned}$$



Gambar 4.4 Perbaikan Kedua Peta P Multiatribut Pada Bulan Desember 2015

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa nilai batas kendali atas adalah 0,00813, nilai dari garis tengah adalah 0,00179, dan nilai batas kendali bawah adalah 0. Didapatkan batas kendali tersebut menimbulkan terdapat 4 titik pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada titik-titik pengamatan ke 7, 10, 11, dan 36. Hal ini menunjukkan bahwa data inspeksi produksi *plate* baja tahap proses *rolling* masih belum juga terkendali secara statistik dikarenakan adanya kinerja dari mesin *descaler*, *mill*, dan *hot leveller* kurang stabil, serta juga dari kualitas bahan baku yang kurang baik. Setelah diketahui titik-titik

pengamatan yang menyebabkan tidak terkendali, maka dapat diidentifikasi variabel penyebab terjadinya tidak terkendali. Tabel 4.7 menunjukkan nilai pengamatan yang berada diluar batas kendali sebagai berikut.

Tabel 4.7 Nilai Pengamatan Diluar Batas kendali

Pengamatan	δ
7	0,0101
10	0,0111
11	0,0107
36	0,0088

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa titik pengamatan ke- 7, 10, 11, dan 36 berada diluar batas kendali dengan nilai δ masing-masing sebesar 0,0101, 0,0111, 0,0107, dan 0,0088. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai Z_t untuk mengetahui variabel penyebab terjadinya tidak terkendali seperti yang mangacu pada lampiran C.

Hasil perhitungan Z_t akan dibandingkan dengan nilai χ^2 tabel, menggunakan nilai taraf signifikan sebesar 0,05 dapat diketahui sebesar 9,4877. Keputusan yang diambil adalah tidak teridentifikasi ada variabel penyebab terjadinya tidak terkendali pada titik-titik pengamatan ke- 7, 10, 11, dan 36 dikarenakan nilai $Z_t < 9,4877$, dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali

Pengamatan	Variabel Penyebab
7	Tidak Teridentifikasi
10	Tidak Teridentifikasi
11	Tidak Teridentifikasi
36	Tidak Teridentifikasi

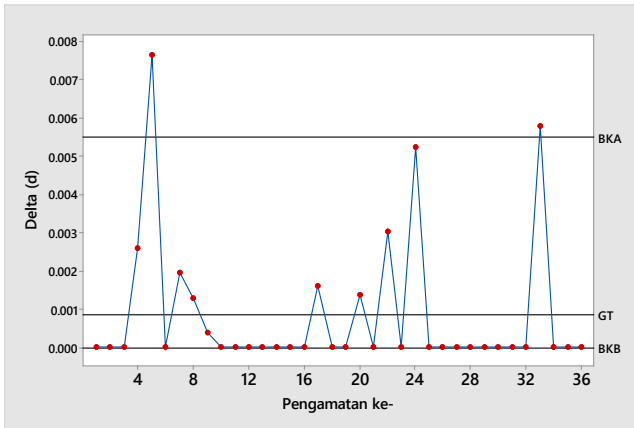
Sehingga apabila pihak perusahaan melakukan kebijakan perbaikan proses dengan cara pemilihan penerimaan bahan baku dengan kualitas baik dan kinerja mesin dapat optimal dengan stabil, diharapkan semua titik-titik pengamatan berada dalam batas kendali. Batas kendali tanpa titik-titik pengamatan ke- 7, 10,

11, dan 36 dapat dijadikan acuan proses yang terkendali, sehingga diperoleh standar proses dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 BKA &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i + \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{\hat{p}}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i \right)^2 \right]} \\
 &= 0,000855 + 2,795 \sqrt{\frac{1}{123} [0,000305 - 0,0000007]} \\
 &= 0,000855 + 0,0044 = 0,005255
 \end{aligned}$$

$$\text{Garis tengah} = \sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i = 0,000855$$

$$\begin{aligned}
 BKB &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i - \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{\hat{p}}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i \right)^2 \right]} \\
 &= 0,000855 - 2,795 \sqrt{\frac{1}{123} [0,000305 - 0,0000007]} \\
 &= 0,000855 - 0,0044 = -0,00354 \approx 0
 \end{aligned}$$



Gambar 4.5 Perbaikan Kketiga Peta P Multiatribut Pada Bulan Desember 2015

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa nilai batas kendali atas adalah 0,00525, nilai dari garis tengah adalah 0,000855, dan nilai batas kendali bawah adalah 0. Didapatkan batas kendali tersebut menimbulkan terdapat 2 titik pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada titik-titik pengamatan ke 5, dan 33. Hal ini menunjukkan bahwa data inspeksi produksi *plate* baja tahap proses *rolling* tidak terkendali secara statistik dikarenakan adanya kinerja dari mesin *descaler*, *mill*, dan *hot leveller* kurang stabil. Setelah diketahui titik pengamatan yang menyebabkan tidak terkendali, maka dapat diidentifikasi variabel penyebab terjadinya tidak terkendali. Tabel 4.10 menunjukkan nilai pengamatan yang berada diluar batas kendali sebagai berikut.

Tabel 4.9 Nilai Pengamatan Diluar Batas kendali

Pengamatan	δ
5	0,0076
33	0,0057

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa titik pengamatan ke- 5, dan 33 berada diluar batas kendali dengan nilai δ masing-masing sebesar 0,0076, dan 0,0057. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai Z_t untuk mengetahui variabel penyebab terjadinya tidak terkendali seperti yang mengacu pada lampiran C.

Hasil perhitungan Z_t akan dibandingkan dengan nilai χ^2 tabel, menggunakan nilai taraf signifikan sebesar 0,05 dapat diketahui sebesar 9,4877. Keputusan yang diambil adalah tidak teridentifikasi variabel penyebab terjadinya tidak terkendali pada titik-titik pengamatan ke- 5, dan 33 dikarenakan nilai $Z_t < 9,4877$, dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali

Pengamatan	Variabel Penyebab
5	Tidak Teridentifikasi
33	Tidak Teridentifikasi

Iterasi peta kendali selanjutnya tidak dapat dilakukan karena memang proses *rolling plate* pada bulan Desember 2015 tidak terkendali.

b. Evaluasi Proses di Bulan Januari 2016

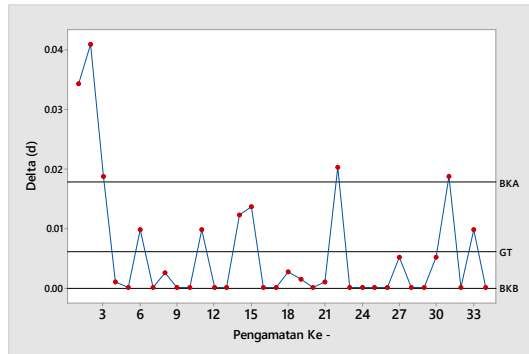
Pada bulan Januari 2016 jumlah *plate* sebanyak 4390 keping dengan produksi selama 13 hari dengan 3 shift kerja. Dari keseluruhan jumlah produksi terdapat jumlah *reject plate* sebanyak 94 keping. Berikut dilakukan analisis peta kendali *p* multiatribut data inspeksi di PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk.

$$\begin{aligned}
 BKA &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i + \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{p}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i \right)^2 \right]} \\
 &= 0,0061 + 2,795 \sqrt{\frac{1}{129} [0,00232 - 0,000037]} \\
 &= 0,0061 + 0,0118 = 0,0174
 \end{aligned}$$

$$\text{Garis tengah} = \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i = 0,0061$$

$$\begin{aligned}
 BKB &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i - \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{p}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i \right)^2 \right]} \\
 &= 0,0061 - 2,795 \sqrt{\frac{1}{129} [0,00232 - 0,000037]} \\
 &= 0,0061 - 0,0118 = -0,0053 \approx 0
 \end{aligned}$$

Nilai $\chi_{k,\alpha}^2$ didapatkan dari tabel *chi-square* dengan *k* merupakan jumlah variabel (jenis cacat) dan menggunakan taraf signifikan 5%. Dan nilai \bar{p}_i merupakan rata-rata proporsi kelas cacat ke-*i*, sedangkan nilai d_i merupakan nilai bobot kelas cacat ke-*i*.



Gambar 4.6 Peta P Multiatribut Bulan Januari 2016

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa nilai batas kendali atas adalah 0,0174, nilai dari garis tengah adalah 0,0061, dan nilai batas kendali bawah adalah 0. Didapatkan batas kendali tersebut menimbulkan terdapat 5 titik pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada titik-titik pengamatan ke 1, 2, 3, 22, dan 31. Hal ini menunjukkan bahwa data inspeksi produksi *plate* baja tahap proses *rolling* pada bulan Januari 2016 belum terkendali secara statistik dikarenakan pada saat itu adanya kinerja dari mesin *descaler*, *mill*, dan *hot leveller* kurang stabil, serta juga dari kualitas bahan baku yang kurang baik. Setelah diketahui titi-titik pengamatan yang menyebabkan tidak terkendali, maka dapat diidentifikasi variabel penyebab terjadinya tidak terkendali. Tabel 4.11 adalah nilai pengamatan yang berada diluar batas kendali sebagai berikut.

Tabel 4.11 Nilai Pengamatan Diluar Batas kendali

Pengamatan	δ
1	0,03434
2	0,04094
3	0,01869
22	0,02017
31	0,01870

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa titik pengamatan ke- 1, 2, 3, 22, dan 31 berada diluar batas kendali dengan nilai δ masing-masing sebesar 0,03434, 0,04094, 0,01869, 0,02017, dan 0,01870. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai Z_i untuk mengetahui variabel penyebab terjadinya tidak terkendali seperti yang mengacu pada lampiran C.

Hasil perhitungan Z_i akan dibandingkan dengan nilai χ^2 tabel, menggunakan nilai taraf signifikan sebesar 0,05 dapat diketahui sebesar 9,4877. Keputusan yang diambil adalah tidak teridentifikasi variabel penyebab terjadinya tidak terkendali pada titik-titik pengamatan ke- 1, 2, 3, 22, dan 31 dikarenakan nilai $Z_i < 9,4877$, dapat dilihat pada Tabel 4.12.

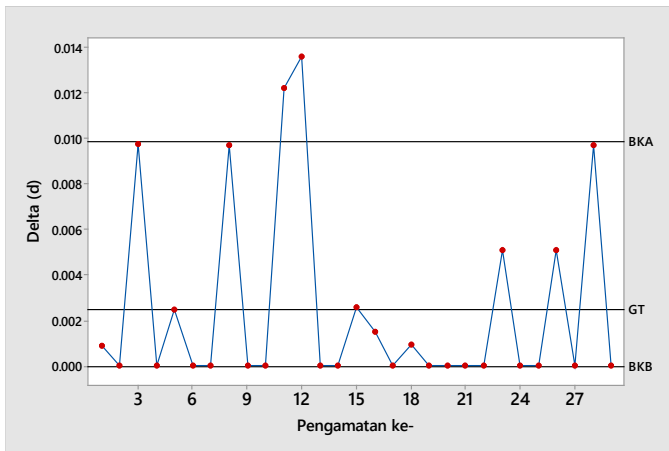
Tabel 4.12 Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali

Pengamatan	Variabel Penyebab
1	Tidak Teridentifikasi
2	Tidak Teridentifikasi
3	Tidak Teridentifikasi
22	Tidak Teridentifikasi
31	Tidak Teridentifikasi

Sehingga apabila pihak perusahaan melakukan kebijakan per baikan proses dengan cara pemilihan penerimaan bahan baku dengan kualitas baik dan kinerja mesin dapat optimal dengan stabil , diharapkan semua titik-titik pengamatan berada dalam batas kendali. Batas kendali tanpa titik-titik pengamatan ke- 1, 2, 3, 22, dan 31 dapat dijadikan acuan proses yang terkendali, sehingga diperoleh standar proses dengan perhitungan sebagai berikut.

$$BKA = \sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i + \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{\hat{p}}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{\hat{p}}_i \right)^2 \right]}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,00253 + 2,795 \sqrt{\frac{1}{126} [0,000876 - 0,0000064]} \\
&= 0,00253 + 0,0073 = 0,0098 \\
\text{Garis tengah} &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i = 0,0025 \\
BKB &= \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i - \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2 \frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{p}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i \right)^2 \right]} \\
&= 0,00253 - 2,795 \sqrt{\frac{1}{126} [0,000876 - 0,0000064]} \\
&= 0,00253 - 0,0073 = -0,0048 \approx 0
\end{aligned}$$



Gambar 4.7 Perbaikan Pertama Peta P Multiatribut Pada Bulan Januari 2016

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat diketahui bahwa nilai batas kendali atas adalah 0,0098, nilai dari garis tengah adalah 0,0025, dan nilai batas kendali bawah adalah 0. Didapatkan batas kendali tersebut menimbulkan terdapat 2 titik pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada titik-titik pengamatan ke 11, dan 12. Hal ini menunjukkan bahwa data inspeksi produksi *plate* baja

tahap proses *rolling* tidak terkendali secara statistik dikarenakan adanya kinerja dari mesin *descaler*, dan dari kualitas bahan baku yang kurang baik. Setelah diketahui titik-titik pengamatan yang menyebabkan tidak terkendali, maka dapat diidentifikasi variabel penyebab terjadinya tidak terkendali. Tabel 4.13 adalah nilai pengamatan yang berada diluar batas kendali sebagai berikut.

Tabel 4.13 Nilai Pengamatan Diluar Batas kendali

Pengamatan	δ
11	0,0122
12	0,0136

Berdasarkan Tabel 4.13 dapat diketahui bahwa titik pengamatan ke- 11, dan 12 berada diluar batas kendali dengan nilai δ masing-masing sebesar 0,0122 dan 0,0136. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai Z_t untuk mengetahui variabel penyebab terjadinya tidak terkendali seperti yang mengacu pada lampiran C.

Hasil perhitungan Z_t akan dibandingkan dengan nilai χ^2 tabel, menggunakan nilai taraf signifikan sebesar 0,05 dapat diketahui sebesar 9,4877. Keputusan yang diambil adalah tidak teridentifikasi variabel penyebab terjadinya tidak terkendali pada titik-titik pengamatan ke- 11, dan 12 karena nilai $Z_t < 9,4877$, dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Variabel Penyebab Terjadinya Tidak Terkendali

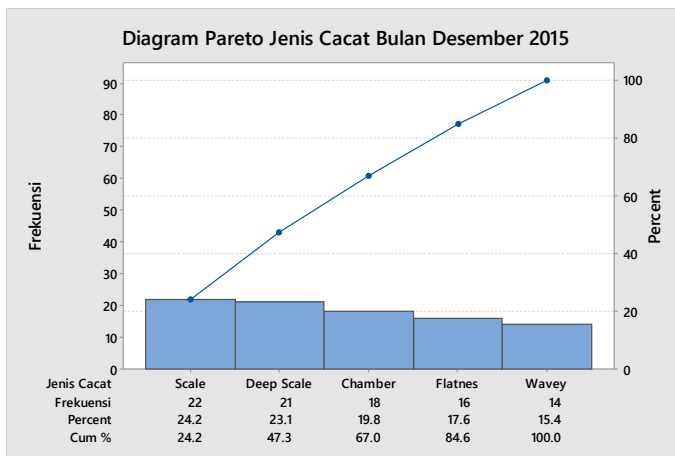
Pengamatan	Variabel Penyebab
11	Tidak Teridentifikasi
12	Tidak Teridentifikasi

Iterasi peta kendali selanjutnya tidak dapat dilakukan karena melihat dari proses pada bulan Desember yang tidak terkendali maka pada bulan Januari proses juga tidak terkendali karena dari nilai proporsi cacat yang berbeda yaitu pada proporsi Januari 2016 lebih besar dari pada Desember 2015.

4.5 Identifikasi Jenis Cacat

Dalam menganalisis jenis cacat yang dominan menggunakan diagram pareto. Metode tersebut untuk mencari cacat *plate* yang sering terjadi, sehingga membantu memfokuskan pada usaha pemecahannya. Hasil dari metode berupa perbandingan berbagai jenis cacat yang disusun sesuai dengan frekuensi dan terdapat prosentase urutan masalah mulai dari prioritas cacat tertinggi hingga prioritas cacat terendah sehingga memusatkan perhatian pada jenis cacat tertinggi. Berikut pembahasan diagram pareto data inspeksi di PT.Gunawan Dianjaya Steel Tbk.

Pada bulan Desember 2015 total jumlah cacat sebanyak 91 *plate* dari total beberapa jenis cacat. Gambar 4.8 menunjukkan analisis diagram pareto data inspeksi bulan Desember 2015.

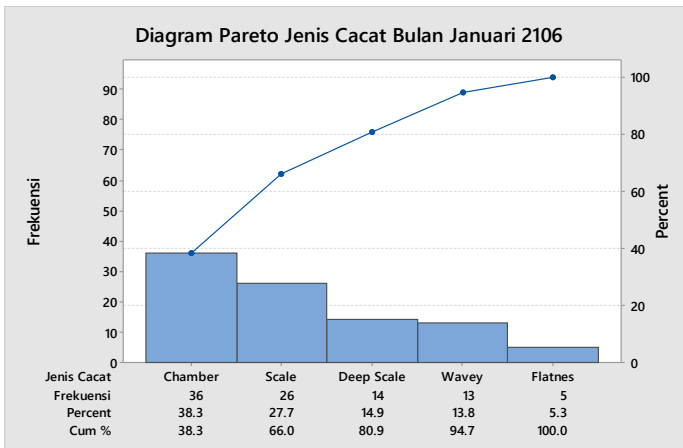


Gambar 4.8 Diagram Pareto Pada Proses *Rolling* Bulan Desember 2015

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa jumlah jenis cacat yang memiliki jumlah tertinggi adalah cacat *scale*, dan jenis cacat yang memiliki jumlah terendah adalah cacat *wavey*. Nilai prosentase kumulatif 84,6% didominasi oleh jenis cacat *scale*, *deep scale*, dan *flatnes*. Fokus pembenahan proses *rolling*

ditujukan untuk mengurangi semua jenis cacat karena jumlah dari kelima jenis cacat memiliki selisih tidak terlalu banyak.

Selanjutnya, analisis pada bulan Januari 2016 dengan total jumlah cacat sebanyak 94 *plate* dari total beberapa jenis cacat. Gambar 4.9 adalah analisis diagram pareto data inspeksi bulan Januari 2016.



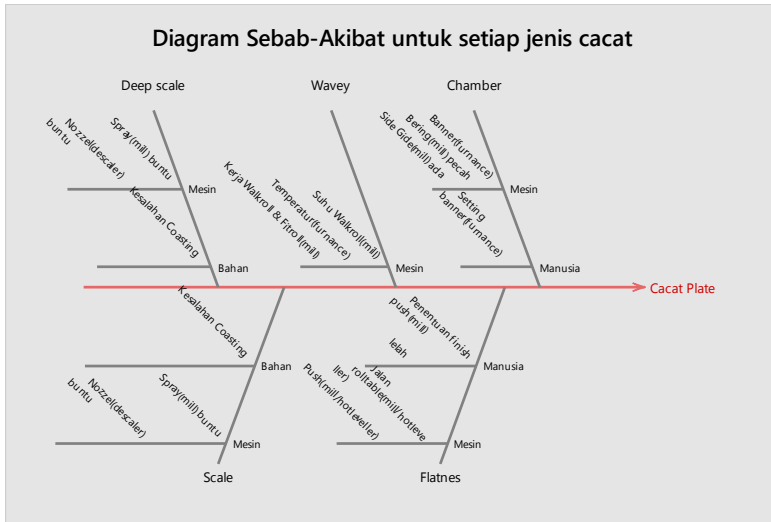
Gambar 4.9 Diagram Pareto Pada Proses *Rolling* Bulan Januari 2015

Berdasarkan Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa jumlah jenis cacat yang memiliki jumlah tertinggi adalah cacat *chamber*, dan jenis cacat yang memiliki jumlah terendah adalah cacat *flatnes*. Nilai prosentase kumulatif 80,9% didominasi oleh jenis cacat *chamber*, *scale*, dan *deep scale*. Fokus pembenahan pada proses *rolling* lebih ditujukan untuk mengurangi jenis cacat *chamber*, dan *scale*.

4.6 Faktor-faktor Penyebab Cacat

Untuk mengetahui faktor penyebab cacat, dapat diketahui dengan menggunakan diagram sebab-akibat. Diagram tersebut merupakan metode yang digunakan untuk melihat faktor penyebab cacat yang terjadi pada saat proses berjalan berdasarkan

beberapa faktor. Hasil diagram sebab-akibat dapat dilihat sebagai berikut



Gambar 4.10 Faktor-Faktor Penyebab Dari Terjadinya Cacat

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat diketahui sumber penyebab adanya cacat *plate* sebagian besar adalah mesin. Setiap jenis cacat dalam permasalahan mesinnya berbeda-beda dan terdapat juga penyebab selain mesin yaitu pada operator dan bahan. Berikut uraian faktor penyebab dari masing-masing jenis cacat adalah

- Cacat *chamber*, dari segi mesin disebabkan *side gide* mesin *mill* terdapat salah satu sisi yang macet, bering pecah pada *walkroll* mesin *mill* sehingga jalan *plate* tidak lurus, dan ada *banner* mesin *furnance* yang buntu tidak ketahuan. Dari segi manusia (operator) disebabkan dalam setting mesin tidak seimbang antara *banner* kiri dan kanan di mesin *furnance*.
- Cacat *flatnes*, dari segi mesin disebabkan *push* pada mesin *mill* atau mesin *hot leveller* diperkecil, dan *roll table* di mesin *mill* atau mesin *hot leveller* diperlambat. Dari segi manusia

(operator) disebabkan dalam penentuan *finish push* tidak sesuai, dan juga mengalami kelelahan.

- Cacat *wavey*, dari segi mesin disebabkan kinerja *walkroll* dan *fitroll* mesin *mill* tidak balance, temperatur pada tahap mesin *furnance* kurang, dan tekanan air penyemprotan *walkroll* terlalu besar sehingga suhu kurang dari suhu minimal.
- *Deep scale* dan *scale*, dari segi bahan disebabkan oleh *casting* bahan baku (cacat bahan dapat terlihat pada saat setelah keluar mesin *furnance*). Dari segi mesin disebabkan *spray* mesin *mill* buntu, dan *nozzel* mesin *descaler* buntu sehingga pembersihan kerak kurang maksimal.

LAMPIRAN

Lampiran A. Data Inspeksi *plate* baja bulan Desember 2015

Produksi hari ke –	Shift	Pengamatan (t)	Sampel (n)	Jenis Cacat					Jumlah Cacat (X _{it})
				Kritis		Mayor		Minor	
				<i>Flatnes</i>	<i>Wavey</i>	<i>Scale</i>	<i>Deeptime</i>	<i>Chamber</i>	
1	Siang	1	4	0	0	0	0	0	0
	Malam	2	81	2	2	0	0	0	4
2	Pagi	3	99	0	0	0	0	0	0
	Siang	4	40	2	0	2	1	2	7
	Malam	5	10	0	0	0	2	0	2
3	Pagi	6	112	1	2	0	0	0	3
	Siang	7	158	2	2	0	0	0	4
	Malam	8	84	1	0	4	0	0	5
4	Pagi	9	121	0	0	0	0	0	0
	Siang	10	167	0	0	1	0	1	2
	Malam	11	45	1	0	1	0	0	2
5	Siang	12	126	0	0	1	2	0	3
	Malam	13	144	0	0	0	0	0	0
6	Pagi	14	95	0	0	3	0	0	3
	Siang	15	227	0	0	0	0	4	4
	Malam	16	250	0	0	0	1	0	1
7	Pagi	17	160	1	1	1	0	3	6
	Siang	18	268	0	0	9	0	0	9
	Malam	19	288	0	0	0	0	1	1
8	Pagi	20	191	0	0	0	0	0	0
	Siang	21	19	0	0	0	0	0	0
	Malam	22	12	0	0	0	0	0	0
9	Pagi	23	16	0	0	0	0	0	0
	Siang	24	144	0	0	0	0	0	0
10	Pagi	25	55	0	0	0	7	0	7
	Siang	26	2	0	0	0	0	0	0
	Malam	27	77	0	0	0	5	0	5
11	Pagi	28	127	0	0	0	0	0	0
	Siang	29	200	0	0	0	1	0	1
	Malam	30	282	0	0	0	0	0	0
12	Pagi	31	254	0	0	0	0	0	0
	Siang	32	159	0	0	0	0	2	2
	Malam	33	212	0	0	0	0	0	0
13	Pagi	34	189	0	1	0	0	0	1
	Siang	35	74	0	0	0	0	0	0
14	Pagi	36	109	0	1	0	0	0	1
	Siang	37	28	0	0	0	0	0	0
	Malam	38	148	0	0	0	0	0	0

Produksi hari ke –	Shift	Pengamatan (t)	Sampel (n)	Jenis Cacat					Jumlah Cacat (X _{ii})
				Kritis		Mayor		Minor	
				<i>Flatnes</i>	<i>Wavey</i>	<i>Scale</i>	<i>Deepscale</i>	<i>Chamber</i>	
15	Pagi	39	12	0	0	0	0	0	0
	Siang	40	27	0	0	0	0	0	0
	Malam	41	165	0	0	0	0	0	0
16	Pagi	42	97	0	0	0	0	0	0
17	Pagi	43	86	0	0	0	0	0	0
	Siang	44	80	0	0	0	0	0	0
18	Pagi	45	167	0	2	0	0	3	5
	Siang	46	111	0	0	0	2	0	2
19	Pagi	47	44	0	0	0	0	0	0
	Siang	48	207	6	3	0	0	2	11
	Malam	49	196	0	0	0	0	0	0
20	Pagi	50	39	0	0	0	0	0	0
Total			6008	16	14	22	21	18	91
				30		43		18	91

Lampiran A1. Data Inspeksi *plate* baja bulan Januari 2016

Produksi hari ke –	Shift	Pengamatan (t)	Sampel (n)	Jenis Cacat					Jumlah Cacat (X_{it})
				Kritis		Mayor		Minor	
				<i>Flatnes</i>	<i>Wavey</i>	<i>Scale</i>	<i>Deepscale</i>	<i>Chamber</i>	
1	Siang	1	83	0	0	5	0	0	5
	Malam	2	64	0	18	0	2	0	20
2	Pagi	3	61	1	0	1	0	0	2
	Siang	4	246	0	2	0	0	0	2
	Malam	5	179	0	0	0	0	0	0
3	Pagi	6	117	2	0	0	0	0	2
	Siang	7	148	0	0	0	0	0	0
	Malam	8	258	0	0	0	1	1	2
4	Pagi	9	268	0	0	0	0	0	0
	Siang	10	148	0	0	0	0	0	0
5	Siang	11	33	0	0	0	1	0	1
	malam	12	45	0	0	0	0	0	0
6	Pagi	13	12	0	0	0	0	0	0
	Siang	14	236	0	0	0	9	0	9
	Malam	15	141	0	0	0	6	0	6
7	Pagi	16	98	0	0	0	0	0	0
	Siang	17	56	0	0	0	0	0	0
	Malam	18	248	0	0	0	2	0	2
8	Pagi	19	217	0	0	0	0	1	1
9	Pagi	20	40	0	0	0	0	0	0
	Siang	21	232	0	2	0	0	0	2
	Malam	22	230	0	4	4	4	2	14
10	Pagi	23	60	0	0	0	0	0	0
	Siang	24	21	0	0	0	0	0	0
	malam	25	4	0	0	0	0	0	0
11	Pagi	26	14	0	0	0	0	0	0
	Siang	27	133	1	1	0	0	0	2
	Malam	28	33	0	0	0	0	0	0
12	Pagi	29	276	0	0	0	0	0	0
	Siang	30	194	0	9	0	0	0	9
	Malam	31	276	1	0	3	0	9	13
13	Pagi	32	58	0	0	0	0	0	0
	Siang	33	66	0	0	0	1	1	2
	Malam	34	95	0	0	0	0	0	0
Total			4390	5	36	13	26	14	94
				41		39		14	94

Lampiran B. Data Proporsi jenis cacat *plate* baja bulan Desember 2015

Pengamatan (t)	P0	P1	P2	P3
1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.9506	0.0494	0.0000	0.0000
3	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.8250	0.0500	0.0750	0.0500
5	0.8000	0.0000	0.2000	0.0000
6	0.9732	0.0268	0.0000	0.0000
7	0.9747	0.0253	0.0000	0.0000
8	0.9405	0.0119	0.0476	0.0000
9	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.9880	0.0000	0.0060	0.0060
11	0.9556	0.0222	0.0222	0.0000
12	0.9762	0.0000	0.0238	0.0000
13	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.9684	0.0000	0.0316	0.0000
15	0.9824	0.0000	0.0000	0.0176
16	0.9960	0.0000	0.0040	0.0000
17	0.9625	0.0125	0.0063	0.0188
18	0.9664	0.0000	0.0336	0.0000
19	0.9965	0.0000	0.0000	0.0035
20	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.8727	0.0000	0.1273	0.0000
26	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Pengamatan (t)	P0	P1	P2	P3
27	0.9351	0.0000	0.0649	0.0000
28	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.9950	0.0000	0.0050	0.0000
30	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
32	0.9874	0.0000	0.0000	0.0126
33	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
34	0.9947	0.0053	0.0000	0.0000
35	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
36	0.9908	0.0092	0.0000	0.0000
37	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
38	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
39	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
41	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
42	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
43	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
44	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
45	0.9701	0.0120	0.0000	0.0180
46	0.9820	0.0000	0.0180	0.0000
47	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
48	0.9469	0.0435	0.0000	0.0097
49	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Lampiran B1. Data Proporsi jenis cacat *plate* baja bulan Januari 2016

Pengamatan (t)	P0	P1	P2	P3
1	0.9398	0.0602	0.0000	0.0000
2	0.6875	0.0000	0.0313	0.2813
3	0.9672	0.0328	0.0000	0.0000
4	0.9919	0.0000	0.0000	0.0081
5	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.9829	0.0171	0.0000	0.0000
7	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.9922	0.0000	0.0078	0.0000
9	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.9697	0.0000	0.0303	0.0000
12	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.9619	0.0000	0.0381	0.0000
15	0.9574	0.0000	0.0426	0.0000
16	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.9919	0.0000	0.0081	0.0000
19	0.9954	0.0000	0.0046	0.0000
20	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	0.9914	0.0000	0.0000	0.0086
22	0.9391	0.0174	0.0261	0.0174
23	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Pengamatan (t)	P0	P1	P2	P3
27	0.9850	0.0075	0.0000	0.0075
28	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.9536	0.0000	0.0000	0.0464
31	0.9529	0.0145	0.0326	0.0000
32	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
33	0.9697	0.0000	0.0303	0.0000
34	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Lampiran C. Hasil Perhitungan Identifikasi Variabel Tidak Terkendali

(i) Identifikasi variabel tidak terkendali bulan Desember 2015

Pengamatan ke-	z1	z2	z3	z4	z5	$\chi^2_{(5-1,\alpha)}$
2	0.004039	0.010387	0.005193	0.009232545	0.006732064	9.487729037
4	0.003751	0.009645	0.004822	0.008573077	0.006251202	9.487729037
5	0.004039	0.010387	0.005193	0.009232545	0.006732064	9.487729037
25	0.014137	0.036353	0.018177	0.032313907	0.023562224	9.487729037
48	0.008996	0.023134	0.011567	0.020563395	0.014994142	9.487729037

(ii) Identifikasi variabel tidak terkendali bulan Desember 2015 (perbaikan 1)

Pengamatan ke-	z1	z2	z3	z4	z5	$\chi^2_{(5-1,\alpha)}$
3	0.003366	0.008656	0.004328	0.007693787	0.005610053	9.487729037
4	0.004712	0.012118	0.006059	0.010771302	0.007854075	9.487729037
5	0.006867	0.017657	0.008829	0.015695326	0.011444509	9.487729037
8	0.00202	0.005193	0.002597	0.004616272	0.003366032	9.487729037
23	0.010098	0.025967	0.012983	0.023081362	0.01683016	9.487729037

(iii) Identifikasi variabel tidak terkendali bulan Desember 2015 (perbaikan 2)

Pengamatan ke-	z1	z2	z3	z4	z5	$\chi^2_{(5-1,\alpha)}$
7	0.006059	0.01558	0.00779	0.013848817	0.010098096	9.487729037
10	0.004039	0.010387	0.005193	0.009232545	0.006732064	9.487729037
11	0.018177	0.04674	0.02337	0.041546451	0.030294287	9.487729037
36	0.005251	0.013503	0.006751	0.012002308	0.008751683	9.487729037

(iv) Identifikasi variabel tidak terkendali bulan Desember 2015 (perbaikan 3)

Pengamatan ke-	z1	z2	z3	z4	z5	$\chi^2_{(5-1,\alpha)}$
5	0.003366	0.008656	0.004328	0.007693787	0.005610053	9.487729037
33	0.004039	0.010387	0.005193	0.009232545	0.006732064	9.487729037

(v) Identifikasi variabel tidak terkendali bulan Januari 2016

Pengamatan ke-	z1	z2	z3	z4	z5	$\chi^2_{(5-1,\alpha)}$
1	0.010098	0.025967	0.012983	0.023081	0.01683	9.487729037
2	0.033122	0.08517	0.042585	0.075707	0.055203	9.487729037
3	0.00202	0.005193	0.002597	0.004616	0.003366	9.487729037
22	0.007501	0.019289	0.009645	0.017146	0.012502	9.487729037
31	0.014137	0.036353	0.018177	0.032314	0.023562	9.487729037

(vi) Identifikasi variabel tidak terkendali bulan Januari 2016

Pengamatan ke-	z1	z2	z3	z4	z5	$\chi^2_{(5-1,\alpha)}$
11	1.75E-06	4.5E-06	2.25E-06	4E-06	2.91E-06	9.487729037
12	0.012118	0.03116	0.01558	0.027698	0.020196	9.487729037

Lampiran D. Nilai Korelasi Antar Jenis Cacat *plate baja*

	Flatnes	Chamber	Wavey	Scale
Chamber	0.300 0.034			
Wavey	0.730 0.000	0.315 0.026		
Scale	0.042 0.770	0.001 0.993	-0.103 0.477	
Deep scale	-0.077 0.595	-0.096 0.506	-0.134 0.354	-0.057 0.693
Cell Contents: Pearson correlation P-Value				

Lampiran E. Nilai Z_0 untuk uji proporsi antar bulan

Sample	X	N	Sample p
1	91	6008	0.015146
2	94	4390	0.021412

Difference = $p(1) - p(2)$

Estimate for difference: -0.00626583

95% CI for difference: (-0.0115454; -0.000986302)

Test for difference = 0 (vs $\neq 0$): $Z = -2.3$ P-Value = 0.020

Fisher's exact test: P-Value = 0.020

SURAT KETERANGAN

Saya, yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

1. Mahasiswa Statistika FMIPA-ITS Dengan Identitas berikut :

Nama : HENDY DWI CAHYANTO

NRP : 1314 105 027

Telah mengambil data di instansi/perusahaan kami:

Nama Instansi : PT. GUNAWAN DIANJAYA STEEL Tbk

Divisi/Bagian : PPIC

Sejak Bulan Desember 2015 sampai dengan Januari 2016 untuk keperluan Tugas Akhir/Thesis semester Gasal/Genap 2015/2016

2. Tidak Keberatan/~~Keberatan~~* nama perusahaan yang dicantumkan dalam Tugas Akhir/Thesis mahasiswa Statistika yang akan di simpan di Perpustakaan ITS dan dibaca di lingkungan ITS.
3. Tidak Keberatan/~~Keberatan~~* bahwa hasil analisis data dari perusahaan dipublikasikan dalam E journal ITS yaitu Jurnal Sains dan Seni ITS.

Surabaya, 22 Juli 2016

Pemimpin Perusahaan



PT. GUNAWAN DIANJAYA STEEL Tbk.

*(coret yang tidak perlu)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasab yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari hasil evaluasi proses, dapat disimpulkan bahwa produksi *plate* baja pada tahap proses *rolling* bulan Desember 2015 dan Januari 2016 mengalami pergeseran proses karena proporsi cacat yang semakin meningkat dengan level signifikan 5%. Selama 2 bulan tersebut menggunakan peta kendali *p* multiatribut diperoleh hasil bahwa proses tidak terkendali dengan batas kendali atas sebesar 0,00525, nilai dari garis tengah sebesar 0,000855, dan nilai batas kendali bawah sebesar 0 untuk bulan Desember 2015 serta nilai batas kendali atas sebesar 0,0098, nilai dari garis tengah sebesar 0,0025, dan nilai batas kendali bawah sebesar 0 untuk bulan Januari 2016, namun tidak dapat menidentifikasi peningkatan tiap cacat pada jenis tertentu.
2. Dari hasil diagram pareto dapat diketahui bahwa cacat bulan Desember 2015 hampir semua jenis cacat proporsinya sama, akan tetapi bulan Januari 2016 cacat yang mendominasi adalah cacat *chamber* dan cacat *scale*. Jadi lebih difokuskan lagi dalam proses agar cacat yang mendominasi tersebut dapat berkurang.
3. Dari hasil diagram sebab-akibat dapat diketahui faktor-faktor penyebab cacat diantaranya yaitu kinerja mesin, bahan baku dan faktor manusia (lelah).

1.2 Saran

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa proses produksi *plate* baja pada tahap proses *rolling* bulan Desember 2015 dan Januari 2016 memperoleh hasil yang kurang baik. Hal ini terlihat dari analisis pengujian proporsi antar bulan yaitu mengalami

kenaikan proporsi cacat. Sehingga saran bagi penelitian selanjutnya agar melakukan penyelesaian masalah dengan menggunakan metode yang sesuai dan memperhatikan bobot pada setiap kelas cacat. Saran yang diberikan untuk perusahaan agar melakukan control pada kinerja mesin yang dapat memberikan jenis cacat yang mendominasi yaitu cacat *chamber*, cacat *scale*, dan cacat *wavey*. Selain itu juga perusahaan juga mengadakan kontrol setiap periode (bulan) untuk mengurangi jumlah produk cacat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D. W. 2004. Pengendalian Kualitas Statistik. Yogyakarta : AndiOffset.
- Cozzucoli, P. C. 2009. "Process Monitoring with Multiattribute p Control Chart". Journal of Quality Statistic and Reliability, Volume 2009.
- GDS, 2014. Sejarah PT. Gunawan Dianjaya Steel Tbk. http://steelindonesia.com/main.asp?cp=company_detail&id=CMP0001390. Diakses pada hari Senin, tanggal 5 Februari 2015 pukul 13.50 WIB.
- Gold, R.Z. 1963. Test auxilary to tests in a Markov chain. *The Annals of Mathematical Statistics*, vol.34 no.1 pp 56-74.
- Hidayati, R.2013. Pengendalian Kualitas Produk Lemari di PT. X. Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Ishikawa, K. 1989. *Introduction to Quality Control*. Jepang : JUSE Press Ltd.
- Montgomery, D. 2005. *Introduction to Statistical Quality Control Fifth Edition*. John Wiley & Sons, inc : New York
- Octaviana, F. A.2012. Pengendalian Kualitas Produksi Kaca Pada Proses Pembentukan di PT. Asahimas Flat Glass, Tbk. Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Taleb, H. 2009. Control Chart Applications For Multiattribute Attribute Processes. *Computer and Industrial Engineering*, vol.56 No.1, pp.399-410
- Walpole R.E., 1995. Pengantar Statistika. Edisi ke-3. Diterjemahkan oleh: Ir. Bambang Sumantri. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan pada tanggal 11 Februari 1991 di kota Biak, dengan nama lengkap Hendy Dwi Cahyanto. Penulis yang sehari – hari dengan nama panggilan hendy merupakan anak kedua dari 4 bersaudara dengan mempunyai 1 kakak laki – laki dan 2 adik dengan 1 laki – laki dan 1 perempuan. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Aisyah, SDN Bulak Banteng I Surabaya, SMP Negeri 11 Surabaya dan SMA Narunawati Surabaya. Setelah lulus dari SMA Surabaya pada tahun 2009, 2 tahun kemudian penulis mengikuti seleksi penerimaan mahasiswa baru ITS dan diterima di jurusan Diploma III Statistika ITS dan terdaftar dengan NRP 1311 030 074 dan sekaligus menjadi keluarga sigma 22, dan setelah lulus melanjutkan studi lintas jalur. Jika terdapat kritik dan saran dapat dikirim melalui email penulis : hendy_erte@yahoo.co.id.